eixos paralelos à mesma chapa, e de pequeno passo. A lâmina tem na extremidade que fica saliente sôbre a borda do poço e distante dela cêrca de 20 cm, um orifício com 2,5 mm de diâmetro onde se enfia o fio de prumo.

Os parafusos esperas do movimento da lâmina basculante são munidos de porca e contra-porca que permitem imobilizar bem a lâmina.

As balizas definitivas relativas a cada poço foram colocadas por forma tal que de uma delas com o aparelho em estação, se pudesse visar pelo menos outra e os dois aparelhos de alinhamento.

As balizas respeitantes a cada poço foram colocadas a uma distância de 40 metros. Esta distância foi determinada fixando que, para um êrro de colimação do aparelho, de cêrca de 5 mm aos 100 m de distância, o êrro de transporte do alinhamento, das balizas provisórias para as definitivas, ou destas para as lâminas basculantes dos aparelhos de alinhamento, se não ultrapassasse no êrro cometido, o valor de 2 mm e é dada pela proporção seguinte:

100..... 5 mm

x..... 2 mm

donde

$$x = 40 \text{ m}$$

Dentro do túnel instalara-se uma plataforma rolante sôbre carris, para o transporte dos baldes de terra que eram içados pelo guindaste. Essa plataforma era puxada para o meio do poço e era sôbre ela que se procedia ao cruzamento das prumadas, e à colocação dos prumos no fundo do poço.

Os dois prumos constituiam assim dois pêndulos esféricos com um grande comprimento, e portanto com um grande período de oscilação. Com efeito, para um pêndulo com 20 metros e supondo que as oscilações se realizavam num plano e que eram de pequena amplitude, (e são-no necessàriamente), o tempo de oscilação seria dado por:

$$t = \pi \sqrt{\frac{c}{g}} = 3{,}1416 \sqrt{\frac{2.000}{980}} = 4{,}5 \text{ seg.}$$

Se a semi-amplitude fôsse, o que já é uma hipótese muito favorável, de 12,5 mm apenas para cada lado da vertical, e se nos orientássemos pelos fios de prumo, estando um na máxima elongação para a direita e o outro em posição simétrica para a esquerda, cometer-se-ia um êrro de 25 mm em 2,5 m, isto é um desvio de 1,5 m a 150 m do poço.

Distando os poços de cêrca de 300 m, se no poço imediato tivéssemos cometido um êrro igual e de sinal contrário, as duas frentes não se encontrariam, pois a distância entre os eixos das duas galerias, sendo de 3,0 m, seria já superior ao diâmetro do túnel, que era 2,88 m.

Para obviar a êste perigo, utilizámos o método das prumadas cruzadas citado no livro de H. Bouasse, denominado: «Géographie Mathématique» (Pág. 53), adiante exposto. (1)

* * *

O primeiro cuidado que tínhamos como operador ao chegar junto dos poços, era mandar suspender o atacamento dos furos para os tiros de desmonte e proïbir o seu disparo, pois os fumos desenvolvidos impediam quási totalmente a visibilidade dentro do túnel, a cêrca de 30 m de distância, mesmo com a luneta de amplificação igual a 30.

Estacionando então com o teodolito sôbre a baliza B_1 rigorosamente centralizado pelo fio de prumo e pelo prumo óptico, apontava-se a luneta para a baliza B.

Fixava-se então o movimento do aparelho em azimute e ajustava-se perfeitamente a pontaria com o parafuso dos pequenos movimentos. Verificava-se se o nível de verticalização do eixo principal do instrumento se mantinha sempre calado, ou o que é o mesmo neste aparelho, se o eixo dos munhões se mantinha sempre horizontal.

Basculando o aparelho visava-se pelo menos outra baliza e pela distância do fio vertical do retículo (que se avaliava à vista, expresso em diâmetros da referência), tinha-se uma noção do valor do êrro que se estava cometendo na

(1) Que êste processo é um pouco *original*, prova-o o facto de um *tratado inglês*, publicado em 1936: «A text-book on Surveying and Liveling» de H. Threlfall (Charles Griffin, London) e que a êste assunto dedica um apreciável número de páginas: o cap. XV — pág. 494 a 523 da 3.ª edição e denominado: «Setting — out tunnels» o não mencionar.

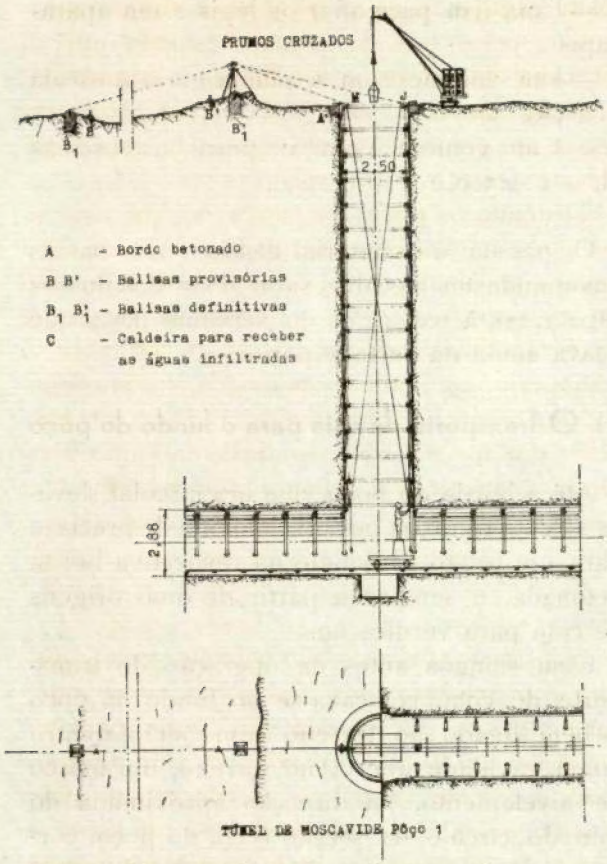


Fig. 4 — Cruzamento das prumadas

orientação a definir. Para visar as balizas, um auxiliar colocava um prego ou melhor um fósforo sôbre o prego da respectiva referência, para a distinguir melhor e evitar confusões funestas.

Com o mesmo movimento de báscula apontava-se a luneta para o poço. Colocavam-se nos orifícios das lâminas basculantes dos aparelhos de alinhamento referências brancas: fósforos por exemplo, espetados verticalmente e mandava-se corrigir por meio dos parafusos esperas a posição das lâminas.

O servente n.º 1 ia rodando, atento aos sinais do operador, os parafusos esperas e fixava-os, apertando a porca e contra-porca à ordem dêste.

Por ordem do operador, o servente n.º 3 descia para o fundo do poço a-fim de acender os candeeiros de gás de petróleo.

O servente n.º 1 enfiava em cada lâmina basculante, agora imobilizada e rectificada, e *de baixo para cima,* um fio de prumo (cordel de 21 metros num dos poços), que recebia do operador e ia descendo o prumo até que o servente n.º 3 lhe dava indicação para abrandar ou suspender a descida, ou mesmo altear um pouco o prumo, que deve ficar a uns três decímetros do solo. Na altura conveniente, o servente n.º 1 dava um nó no fio de prumo e passava a proceder com o outro aparelho de alinhamento de igual maneira, colocando-lhe outro fio de prumo.

O operador, com o aparelho ainda em estação, voltava a conferir se as lâminas basculantes com a introdução dos fios não teriam sofrido qualquer pequeno desvio, e visava por último as duas balizas de referência para se certificar que o trabalho à superfície do solo estava perfeitamente e correctamente executado.

3) O material necessário para o serviço

Se tudo se encontrava bem, o operador ordenava a reünião do material aos serventes n.ºs 1, 2 e 4 enquanto no fundo do poço o servente n.º 3 estava acendendo os candeeiros que a seguir pendurava em pregos dentro da galeria, para o lado de montante. O material que descia normalmente para o fundo do poço, era o seguinte:

— Teodolito Wild com tripé extensível
— Nível taqueométrico Zeiss com tripé rígido
— Caixa com dois vidros opalinos de 30×40 cm encaixilhados
— Candeeiros de gás de petróleo: dois
— Mala da ferramenta
— Mira para nivelamento com 2,4 m
— Pasta do engenheiro operador
— Sapatas ou triângulos de assento para a mira: 2
— Saca contendo 10 quilos de cimento, 20 litros de areia, 4 tejolos e 6 estacas
— Tinta de óleo vermelha, numa lata
— Chapéu abrigo [1].

A mala da ferramenta continha:

— Um alicate de canos
— Um arco de pua com 4 ferros

[1] Tinha por fim abrigar o aparelho das infiltrações que caíam do tecto e nalguns casos das paredes do túnel, constituindo por vezes uma verdadeira chuva.

— Uma chave de parafusos de fenda
— Uma colecção de numeradores de zinco
— Uma colher de pedreiro, pequena
— Uma escôva de aço
— Dois escopros
— Uma lata com tinta de óleo, prêta
— Um martelo de pedreiro
— Dois pincéis para tintas de óleo
— Um ponteiro
— Um serrote
— O seguinte material de consumo sortido: camarões, marcas de bronze para nivelamento de precisão, parafusos de bronze para alinhamentos, pregos sortidos de vários tamanhos, trapo para limpeza.

A pasta do operador conduzia normalmente o seguinte:

— Argolas com as chaves das arrecadações e dos estojos dos aparelhos [1].
— Um bloco de papel para contas ou apontamentos.
— Uma caderneta de nivelamento para conferência das obras.
— Uma caderneta para nivelamento de precisão.
— Uma caderneta para nivelamento ordinário.
— Uma caderneta para taqueómetro.
— Uma caixa com o sistema de iluminação do teodolito Wild.
— Uma caixa com 4 prumos, com fios de 3 metros cada.
— Uma caixa com um apito, uma bússola, cordel de linho, giz azul e borrachas.
— Um estôjo com dois frascos com álcool e amoníaco.
— Uma fita métrica de aço com 2 metros.
— Um lápis «Koh-I-Noor» H, de reserva.
— Uma lâmpada eléctrica de bôlso.
— Uma lista com as cotas do nivelamento de precisão.
— Uma lista com as cotas dos marcos da poligonal.
— Uma lixa para afiar os lápis e um apara-lápis.
— Um volume com a planta geral à escala 1:2.500.
— Um volume com o perfil às escalas H. — 1:2.500 e V. — 1:250.

O pessoal e o material desciam nos baldes dos guindastes mecânicos (ou *gruas* dos nossos capatazes), à excepção do servente n.º 2 que ficava ainda na parte superior.

4) O transporte de cota para o fundo do poço

Até à borda do poço, que era circular, levava-se cota rigorosa por nivelamento de precisão para um prego embebido na respectiva borda betonada, e sempre a partir de duas origens de cota para verificação.

Uma semana antes da operação do transporte de cota, colocava-se no fundo do poço e bem ligado ao terreno com betão, dentro duma cavidade aberta no terreno, um marco de nivelamento, na direcção aproximada do raio do círculo da secção recta do poço, correspondente ao prego de cota no bordo superior. Êste marco tinha no centro da face superior, embebida, uma marca de bronze, e tinha as dimensões seguintes: 12 × 12 cm, uma sapata de 50 × 50 × 8 e uma altura total de 70 cm.

Sôbre o marco descia-se uma fita métrica, com um fio de prumo com alguns centímetros de cordel, ligado à argola da fita, e de comprimento conhecido, incluindo o fio e o prumo), e que um dos serventes mantinha fora do poço enquanto um outro, no fundo, dava indicações sôbre a direcção em que era preciso deslocá-lo, para o prumo tocar levemente no centro da marca. Usava-se sempre uma fita de aço.

Na borda do poço colocava-se, sôbre o prego cotado, uma régua de pedreiro tendo encostado por cima um nível, ao extremo da qual se encostava a fita pendente no poço. Depois de fixada a régua em direcção e depois de nivelada, para o que se calçava o outro extremo, o operador lia a fita na face inferior da régua: o comprimento determinado por esta leitura, adicionado ao comprimento do fio de prumo abaixo do zero da fita, dava a diferença de

[1] Podendo parecer excessiva a minúcia da indicação dos objectos transportados, poderá compulsar-se com aproveitamento a seguinte obra: «Topographic Manual», de O. W. Swainson, Special Publication, n.º 144, do Coast and Geodetic Survey dos E. U. da América do Norte, págs. 24 e 25, da edição de 1928.

nível entre o prego de cota da borda do poço e o tôpo do marco no fundo do poço. Subtraindo esta diferença de nível, da cota da borda do poço, obtinha-se a cota do marco no fundo do poço, referida à respectiva marca de bronze.

Esta operação só se fazia alguns dias depois do marco colocado, para esperar que êste tivesse atingido, com as cargas e descargas de material sôbre o terreno adjacente, a sua posição de equilíbrio. Sôbre o marco colocava-se um caixote de dimensões apropriadas para o resguardar e proteger de qualquer pancada do balde.

No tôpo dêste marco e na respectiva marca de bronze, estacionava a mira de 2,4 metros quando se procedia à colocação dos pregos de cota e direcção dentro do túnel.

Depois de efectuada esta medição, descia para o fundo do poço o operador, ficando o servente n.º 2 ainda em cima, guardando as lâminas basculantes para que ninguém lhes tocasse.

O operador que verificara em cima a leitura da fita, ia agora verificar com uma escala de aço o comprimento do prumo abaixo do zero da fita.

5) O estabelecimento do alinhamento no fundo do poço

A plataforma rolante de transporte dos baldes de terra dentro das galerias era conduzida para o fundo do poço, e para ela subia o servente n.º 1 munido de um prego grande, um martelo, dois camarões e um alicate, que ia pregar um camarão no 1.º quadro da galeria de montante.

O operador colocava-se então do lado de jusante, dentro da galeria, no eixo desta e, observando o movimento pendular do prumo do lado de montante junto do qual o servente n.º 1 se colocara, bissectava à vista o intervalo entre dois sinais feitos com o prego pelo servente que marcara as posições extremas do fio. Aí aparafusava o servente um camarão. O servente n.º 3, recebendo do operador o prumo que pendia no lado de jusante, contornava a plataforma pelo lado nascente, lado do Rio Tejo, e entregava-o ao servente n.º 1 que o enfiava no camarão acabado de enroscar, ficando assim o fio de prumo atravessado segundo uma diagonal do plano diametral do poço.

O servente n.º 1 entregava ao n.º 3 o prumo que pendia do lado de montante e êste, contornando a plataforma agora pelo lado poente, vinha trazê-lo ao operador. O servente n.º 1 voltava-se então para o lado de jusante e ía pegar no fio de prumo, procurando mantê-lo tenso e encostá-lo ao fio do prumo que já estava atravessado no poço, enquanto ía deslocando sôbre a face do último quadro de revestimento do poço, um prego que lhe encostava. O operador vigiava quando o outro fio de prumo entrava em vibração, ao contacto dêste, e mandava marcar um sinal quando isto se dava. À ordem do operador, o servente n.º 1 colocava no ponto marcado um camarão que enroscava, introduzindo-lhe o fio de prumo. Devia haver então entre os dois fios um intervalo da ordem de 3 a 4 diâmetros do fio. Rodando então com êste último camarão, no sentido indicado pelo operador, o servente aproximava êste segundo fio do colocado já, enquanto o operador verificava quando o primeiro fio entrava em vibração, ao contacto do segundo.

Nestas condições, àparte o pequeno diâmetro dos fios, êles definiam um plano quási vertical. E dizemos quási vertical, porque podia ter havido um pequeno êrro na marcação do primeiro camarão, isto é, um êrro na bissecção das posições extremas do fio de prumo pendente do lado de montante, quando oscilava.

Substituímos assim dois fios de prumo de grande comprimento e de grande amplitude de oscilação, por outros equivalentes de pequeno comprimento e com uma oscilação de pequena amplitude. No entanto, a direcção definida pelas posições médias dos dois troços dos fios de prumo abaixo dos camarões, era pràticamente paralela ao alinhamento que se pretendia implantar.

Com efeito, abstraindo do pequeno diâmetro dos cordéis, êles definiam um plano no qual tôdas as linhas de nível são paralelas. Então, a linha de nível que continha dois pontos um de cada fio em contacto com os camarões, ou abaixo dêstes, era pràticamente paralela à que unia os centros das lâminas basculantes dos aparelhos de alinhamento fixados na borda betonada do poço.

*
* *

O operador ordenava então ao servente n.º 2 que se encontrava na borda do poço, que encurtasse o fio de prumo que pendia do lado de montante (a que correspondia a massa do lado de jusante), o suficiente para sob êle colocar em estação o teodolito Wild.

Depois de montado o aparelho no respectivo tripé servindo-nos do tripé extensível, (extremamente cómodo para êste serviço, pràticamente quási impossível de fazer com perfeição utilizando um tripé rígido), e colocando a luneta horizontal (leitura no limbo zenital 100^G ou 300^G), procurávamos, por tentativas, deslocando o teodolito sôbre a mesa do tripé, que o ponto de centralização da luneta correspondesse à ponta do prumo cuja altura era ajustada a preceito pelo servente n.º 2.

Colocado o teodolito em estação, visávamos o outro prumo pendente no poço, procurando bissectar as oscilações extremas, para o que por vezes se mergulhava num balde com água a massa do prumo vizado. Obtida a direcção, e basculando a luneta, dirigíamo-la para o interior do túnel, para o lado de jusante.

Para aí marchavam os serventes n.os 1 e 3 que procuravam um quadro de entivamento em boas condições para receber os parafusos de alinhamento, isto é, um quadro que estivesse bem aprumado e sem sinais de estar a *receber carga* e conduziam os candeeiros de gás de petróleo, a caixa dos quadros de vidro opalino, a mala com as ferramentas, a saca do cimento já traçado com areia, 6 estacas e os tejolos, e no bolso fios de prumo e parafusos de alinhamento.

6) Colocação dos parafusos de alinhamento

Atravessando uma tábua no túnel, que se apoiava nas madeiras de entivamento ou em cima duma vagoneta, o servente n.º 1 encostava um fio de prumo pendente dum prego em que o enrolava, ao chapeu duma portada (face inferior), e procurava uma posição muito aproximada, enquanto o servente n.º 2 iluminava o prumo com um candeeiro interpondo-lhe um caixilho com vidro opalino. Sem esta precaução, a intensa luz do candeeiro, vista pelo teodolito, deslumbrava o operador, e não permitia a observação do fio de prumo.

À voz de «aponte» dada pelo operador, o servente n.º 1 com o martelo, apontava o prego que retirava em seguida. Tirando o prego, substituia-o por um parafuso de latão de cabeça em cubo com 15 mm de aresta, que era furado perpendicularmente e ao meio de duas faces. O furo, num dos lados, descaía em *goteira*. Introduzindo o fio dum prumo, pelo lado da goteira, enroscava o parafuso com o auxílio dum martelo e alicate de canos e dava um nó no fio na face oposta à da goteira, depois de rectificar o comprimento do fio.

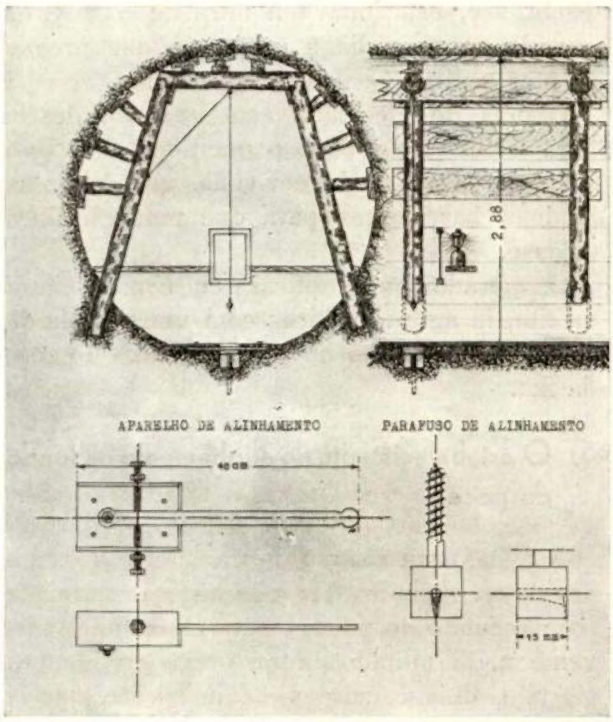


Fig. 5 – Esquema com a iluminação duma prumada num quadro de entivamento e pormenores dum aparelho e dum parafuso de alinhamento

Deixando a massa pendente, alongava ou encurtava o fio de modo a ficar em boas condições de iluminação para ser observado. O operador visando-o em frente do vidro opalino, indicava qual o lado para onde se devia deslocar para o trazer ao eixo do alinhamento.

Para deslocar o fio de prumo transversalmente, duma quantidade cuja amplitude total era 30 mm, bastava com o alicate fazer rodar o parafuso.

O operador visava, para facilidade, a parte mais elevada do fio de prumo e com uma rotação dada à cabeça do parafuso, por um dos serventes, conseguia, por o fio ser excêntrico em relação ao eixo do parafuso, levá-lo ao lugar desejado com tôda a perfeição. O servente n.º 1 descia então da tábua e pregava um prego num montante do entivamento e aí enrolava o fio de prumo, para deixar observar, com tôda a nitidez, um outro prumo que se ia colocar precisamente da mesma maneira e cêrca de 15 m a 20 m distante do primeiro para o lado da frente de trabalho; suspendia-se igualmente a um dos lados, para deixar livre o trânsito. Cada grupo de dois parafusos de alinhamento servia para guiar a escavação do túnel num comprimento que atingia por vezes 50 e 60 m, isto é, uma extensão que regulava pelo triplo da distância a que eram colocados.

7) Colocação dos pregos de cota, e testemunhas do alinhamento

Ordenávamos então ao servente n.º 2 que recolhesse os prumos pendentes no poço e descesse e passava-se em seguida ao estabelecimento de cotas bases para a altimetria da escavação.

Sob cada prumada retiravam-se primeiramente as tábuas do revestimento do solo (que era forrado para não se escorregar); aí abria o servente n.º 2 uma «caixa» onde se colocava uma estaca destinada a receber um prego de cota.

Um pouco à frente do teodolito montava o operador com o auxílio do servente n.º 2 o nível taqueométrico Zeiss.

O servente n.º 1 ia colocar uma mira de 2,4 m no marco do fundo do poço cuja cota já se conhecia; o operador, em face da leitura feita e da cota respectiva, deduzia qual a leitura a fazer na mira a colocar sob cada prumo, para corresponder à cota da geratriz inferior e exterior do túnel depois de construído.

O servente n.º 2 ia batendo na estaca que verificava com pequenos intervalos se se mantinha sob o fio de prumo, e o servente n.º 1 ia colocando a mira, até que a leitura que o operador obtivesse para o fio do meio do retículo do nível, fôsse superior de cêrca de 2 cm, à leitura que pretendia, (isto é, que a estaca ficasse cêrca de 2 cm mais baixa).

O servente n.º 3 iluminava com um candeeiro, a mira, durante estas leituras.

Nesta altura, o servente n.º 1 encostava a mira e, soltando o prumo, regulava o seu comprimento, pegava num prego, apontava-o sôbre a estaca, e verificava se estava bem debaixo do prumo. Não estando, deslocava o prego até que êste correspondesse com perfeição, à vertical do prumo.

Afastando o fio de prumo, o mesmo servente colocava a mira sôbre o prego, enquanto o observador lia a altura de mira correspondente ao fio do meio, e calculava o número de milímetros que o prego ainda se encontrava elevado a mais que a cota desejada; ordenava então que fôsse batido: «mais *n* pancadas», que lhe dava o servente n.º 2. Depois de batido, o servente n.º 1 colocava novamente a mira.

Quando o êrro não ultrapassava 2 a 2,5 mm, o operador fazia com o nível a leitura nos 3 fios do retículo e nas duas posições directa e inversa do aparelho.

A exigência de um tão pequeno êrro justifica-se pelo motivo que a seguir se apresenta:

Com efeito, um êrro local e acidental de 3 ou 4 cm na escavação, nenhuma importância tinha, pois seria corrigido quando se fizesse a regularização. Já o mesmo não acontece se se tratasse dum êrro relativo entre as duas mestras de por exemplo 1,5 cm. Se, com efeito estas se encontrarem a 5 m de distância, isto causaria um êrro sistemático e a uma distância de 50 m, o êrro de cota na escavação seria de $\frac{50}{5} \times 1{,}5 = 15$ cm que é inteiramente inadmissível.

Depois disto o operador observava novamente no teodolito se o fio de prumo se projectava no fio vertical do retículo, e o servente n.º 1, se o prego se encontrava bem na vertical do prumo.

Se tal se dava (caso mais geral), enchia-se com argamassa rica de cimento e areia a escavação feita, deixando só à vista a cabeça do prego.

Para a outra portada procedia-se de modo perfeitamente igual. Era nestes pregos que os mineiros colocavam as cruzetas para nivelamento às quais encostavam um bico de aceti-

lene, enquanto o mineiro chefe de turno na frente, com um outro bico de acetilene e um prego, colocava a luz no alinhamento das duas anteriores; êste serviço era depois verificado pelo mestre de mineiros.

Fig. 6 — Testa dum túnel em escavação

O prego era espetado na terra ao direito da luz, na frente de trabalho; nêle se enfiava um cordel de traçar que indicava se a escavação em círculo estava completa e satisfatória, ou se ainda era necessário escavar mais.

Se o chão era de rocha, não se podia cravar estacas, e então, depois de escavar com guilho e marrêta até uns 10 cm abaixo da cota desejada, mandava-se pôr um tejolo na cavidade e sôbre êle colocava o servente n.º 1 a mira; em seguida o operador calculava pela leitura obtida, quanto era preciso subir para chegar à cota pretendida.

Retirava-se então o tejolo, deitava-se argamassa na escavação feita, colocava-se novamente o tejolo, e acompanhava-se com fragmentos doutro tejolo pelos lados. Colocando novamente a mira, pelas leituras obtidas vericava o operador quanto era preciso descer ainda; batia-se então no tejolo com a própria mira pelos quatro cantos, fazendo uma leitura depois de cada pancada, ou por vezes com o martelo, até que o tejolo ficasse pràticamente horizontal e a cêrca de um quarto de centímetro de diferença da cota teórica pretendida.

Depois de ser acompanhado com argamassa, percorriam-se sempre os quatro cantos do tejolo com a mira poisada ao de leve, lendo-se apenas no fio do meio, e, com a mira no centro, faziam-se finalmente as seis leituras nos três fios do retículo e nas duas posições directa e inversa do nível, para se obter a cota final.

Frisaremos que, em vista da distância relativamente pequena dos pregos ou tejolos de cota, era muito mais para temer um êrro relativo de 1,5 a 2 cm, do que, nesta fase do trabalho, um êrro absoluto de 3 a 4 cm numa determinada secção, e o êrro relativo dos dois pregos ou tejolos cotados, era tanto mais para temer, quanto mais próximas fôssem as duas referências cotadas. Com efeito, o êrro relativo de altitude das duas referências, traduzia-se por um desvio angular, em perfil, da directriz da obra, que é tanto maior, para a mesma diferença relativa de cotas, quanto mais próximas forem as referências mal cotadas.

Cotámos sempre estas referências: pregos cravados em estaca cimentada ou tejolos, quando o solo era de rocha, com erros relativos inferiores a 2,5 mm, e com erros absolutos inferiores em regra a 1 cm.

A cavidade era finalmente tapada com uma tampa de madeira de dimensões apropriadas, e que não descansava directamente sôbre a mestra.

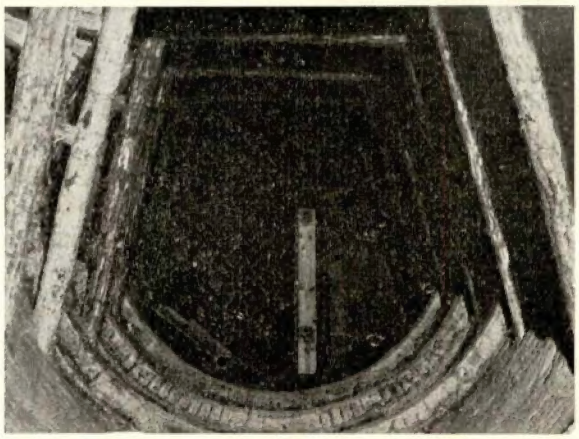


Fig. 7 — Frente de ataque dum túnel, vendo-se já as cérceas para a colocação da armadura

Assim, estes pregos metidos num sólido bloco de betão, bem ligado ao terreno, não só indicavam a cota, como permitiam denunciar qualquer pequeno deslocamento da portada de entivação, pois colocando no parafuso do chapéu do quadro correspondente um fio de

prumo, no caso negativo, a prumada caía rigosamente sôbre o prego, ou sôbre o cruzamento das diagonais do tejolo.

O operador, dando por findo o trabalho, mandava soltar os fios de prumo e ia pessoalmente verificar se as prumadas caíam de facto sôbre os pregos colocados nas estacas já cimentadas.

Se o chão era de rocha não havia a temer deslocamentos e não se sinalizava o centro do tejolo por qualquer forma a não ser pelo cruzamento das respectivas diagonais traçadas a lápis (lápis para cimento), às quais os prumos deviam corresponder.

Fig. 8 — Túnel em que se procede ao revestimento

Era sôbre as estacas cimentadas ou sôbre os tejolos que os mineiros assentavam as cruzetas e verificavam dia a dia, sob a vigilância do chefe da partida (équipa) ou do mestre de mineiros, como dissemos, se a perfuração ia sendo executada correctamente, encostando às cruzetas uma luz de acetilene.

Estas operações efectuavam-se a seguir, e da mesma maneira, na galeria do lado oposto.

O tempo gasto em cada poço para executar estas operações, era em média de 6 horas. Depois de ter cota e parafusos de alinhamento nas galerias, o trabalho para prolongar o nivelamento e o alinhamento era de cêrca de 4 horas, e em tudo análogo ao já descrito, recorrendo-se então aos parafusos de alinhamento para estacionar sob o mais avançado, visando pelo menos dois outros prumos pendentes no poço ou na galeria. Bastaria em rigor visar um só, mas com esta maneira de proceder, tinha-se imediatamente a noção da grandeza dos deslocamentos já sofridos pelas portadas de entivamento, sob a acção dos tiros empregados no desmonte.

Quando se procedia ao revestimento, eram aquelas mestras substituídas por tejoletes de cimento, que se colocavam cotando-os a partir dêstes, três por cada secção recta, e de cinco em cinco metros, e posteriormente, de metro a metro, cérceas de tejolos, a tôda a circunferência do túnel, como se vê na fig. 7. Eram, primeiro os tejoletes e depois as cérceas, que verificávamos a nível de óculo, se estavam colocados à cota pretendida. Os erros então notados não ultrapassavam geralmente $\pm$ 2,5 a $\pm$ 3 cm, sendo mais freqüentes em geral os erros positivos.

Além do nivelamento executado durante a escavação, procedíamos a um segundo nivelamento dos tejoletes-mestras para o revestimento, e depois de executado o revestimento definitivo, a um terceiro nivelamento para nos certificarmos da perfeição dos serviços de construção. Por vezes êste terceiro nivelamento era feito já depois do rebôco. Cabe aqui deixar consignado que, a-pesar dos cuidados tomados de cotar com erros de $\pm$ 2,5 mm a $\pm$ 5 mm as primitivas mestras [1], em cada um dos nivelamentos posteriores, os erros eram superiores, atingindo por vezes $\pm$ 40 mm no terceiro nivelamento.

Depois de perfurado cada trôço entre dois poços consecutivos, e ao ligá-los interiormente por nivelamento, verificávamos o valor dos erros encontrados. Êsses erros não ultrapassavam 18 mm, o que nos não parece exagerado, dada a maneira como cotávamos os marcos no fundo de cada poço, por meio de uma fita métrica.

Em qualquer das duas primeiras empreitadas do Canal do Tejo foram as obras dos túneis executadas pelo sr. Waldemar J. d'Orey, que executou também as partes em canal livre e

---

[1] Frisaremos que o declive do fundo do Canal era 0,000.1 ou seja 10 cm por quilómetro ou uma descida de 1 cm por cada 100 m. Vidè a «Técnica» N.os 91 e 92 de Março e Abril de 1938: «O nivelamento geométrico do Canal do Tejo», págs. 461 a 476 e 569 a 588, respectivamente.

em sifão, tendo como director técnico da obra o Eng.º Bernardo Moniz da Maia, como engenheiro responsável pela construção dos túneis o Eng.º Augusto Poppe. Era director técnico da Fiscalização, por parte da C. A. L., o Eng.º Luiz Veiga da Cunha, engenheiro fiscal da construção dos túneis o Eng.º F. Leite Pinto. Coube ao signatário desta notícia a execução da implantação das obras, tanto em planimetria como em altimetria, quer durante a elaboração do projecto quer no decorrer da construção.

Fig. 9 — Canal já construído, invadido pelas águas das chuvas

NOTA DA REDACÇÃO

— Como os nossos leitores tiveram ocasião de verificar, a «Técnica» começou a inserir no seu último número uma página de actualidades gráficas, que, ao que nos parece, vem melhorar o aspecto da revista, e, ao mesmo tempo, dar a conhecer a todos os que a lêem — e por um modo *visível* — o trabalho que vem sendo realizado no domínio das Obras Públicas em Portugal.

Desnecessário é encarecer o sacrifício pesado que tal iniciativa, nos tempos que vão correndo, representa para a nossa Administração. Não queremos, porém, poupar-nos a esforços para fazer da «Técnica» uma grande revista de Engenharia: oxalá nos compreendam e nos auxiliem todos os engenheiros portugueses, a quem, por vezes não poucas, temos ouvido lamentar a falta duma tal revista.

— O ilustre Conselho de Administração da Sociedade *Sacor* teve a gentileza de nos convidar a visitar as magníficas instalações da Refinaria de Petróleos de Cabo Ruivo, construída e explorada por aquela Sociedade.

Do acolhimento, amável em extremo, feito aos representantes da Imprensa, como do aspecto geral da Refinaria, deram conta os nossos colegas da Imprensa diária, pelo que nos não demoraremos a repeti-lo.

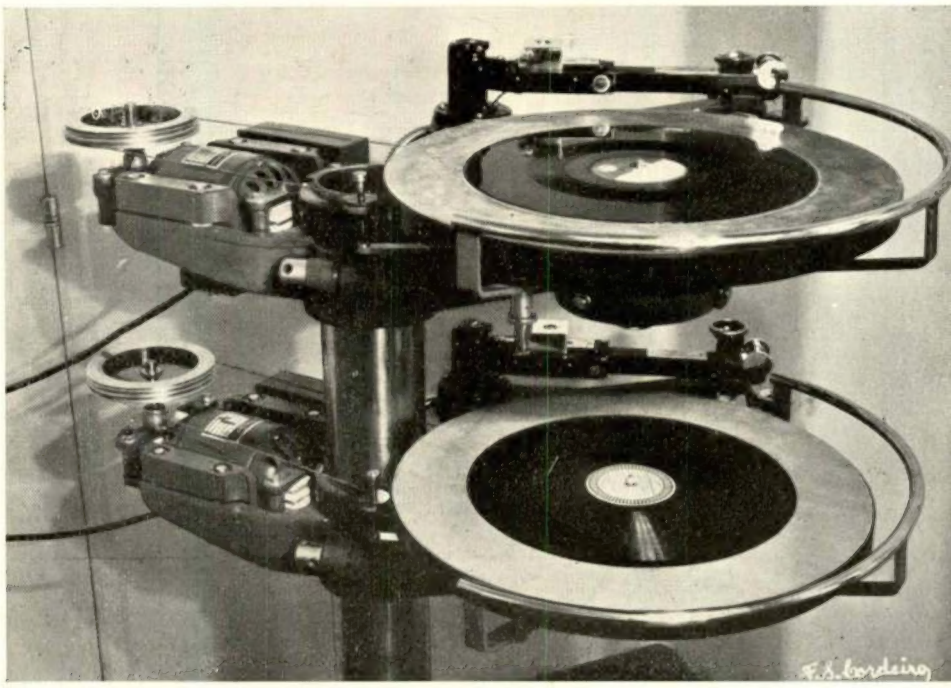
De certos aspectos puramente técnicos, detalhadamente darão conta aos nossos leitores, muito melhor de que nós o poderíamos fazer, os engenheiros da *Sacor*, a cuja disposição pomos, desde já, as colunas da nossa revista, confiados em que se prestarão a vir ensinar-nos algo do muito que na obra realizada há já a aprender.

Que fique, no entanto, registado o nosso melhor agradecimento à amabilidade do convite feito pela *Sacor*, que é, por outros títulos, crèdora da gratidão dos alunos desta Escola.

O QUE SE FAZ NA EMISSORA NACIONAL

Conjunto para transmissão de discos em série

A reprodução de discos fonográficos requere, para ser feita em boas condições, precauções especiais. É fundamental a constância na velocidade de rotação, a ausência de vibrações no prato e no pick-up, o arranque rápido e a mobilidade da posição relativa dos dois pratos, para a operação da sincronização, que se vê ao lado. Êste conjunto desenhado e construido pela E. N., responde a todos aqueles requesitos. Notar em baixo, os motores que accionam os pratos por meio de cabos elásticos que amortecem possíveis variações de velocidade. Com o mesmo fim, o pêso dos pratos foi levado a cêrca de 14 kgs.



Uma fase da montagem da Emissora de Ondas Curtas de 10 kw., planeada e construída pela E. N.

Central de programas

Construídas em Portugal, segundo projecto e esquema da E. N. as três mesas destinam-se: a 1.ª ao controle do programa de ondas médias; a 2.ª ao das ondas curtas e a 3.ª a experiências, sendo no entanto intermutáveis. É daqui que se distribuem os programas aos emissores. Ao fundo vêem-se os armários dos amplificadores, jacks de linhas, relais de comando, etc., e à direita o cronómetro que transmite o sinal horário.

O problema do transporte sólido e a sua importância na Hidráulica Fluvial

PELO ENG. CIVIL (I. S. T.) ALBERTO ABECASIS MANZANARES

Bolseiro do Instituto para a Alta Cultura

É bem sabido que um dos problemas mais difíceis no campo da hidráulica aplicada, quer por si próprio, quer pelas suas íntimas relações com a correcção e regularização fluvial, é aquele que diz respeito ao estudo das leis que regulam o transporte de material sólido no seio duma corrente líquida.

Julgo talvez oportuno fazer um pequeno resumo do estado actual do problema, que ajude a fazer uma ideia da forma como deve ser encarado.

Quando tratamos de caudal sólido devemos distinguir dois tipos de transporte: por suspensão e de material arrastado. O primeiro dá-se quando o material transportado se encontra em suspensão no seio da corrente líquida; o segundo quando o material escorrega ou rola no fundo da corrente, na imediata proximidade do leito do rio. Evidentemente, não é possível, em certas zonas próximas do fundo, distinguir se o material transportado se encontra em suspensão ou é arrastado.

Tratemos primeiro do transporte de material em suspensão:

No material transportado em suspensão podemos e devemos distinguir dois tipos: parte do material, de diâmetro médio inferior a um determinado limite, limite êste variável com o curso de água, mantém-se em suspensão independentemente da distribuïção de velocidades na secção e com turvação específica [1] quási constante ou uniforme ao longo da vertical. Êste tipo de material corresponde à substância argilosa que o rio transporta num estado de suspensão mais ou menos colóidal. Experiências efectuadas no Missouri [1] fixam como diâmetro limite naquele rio $^1/_{16}$ de milímetro e estabelecem que estas substâncias permanecem em suspensão ao longo de todo o curso do rio.

Outra parte do material, cujo diâmetro é superior ao diâmetro limite já referido, mantém-se em suspensão devido às diferenças de velocidade ao longo da vertical e o seu quantitativo depende principalmente do gradiente $\frac{dv}{dz}$ daquela; sendo a variação da velocidade muito mais acentuada no fundo que à superfície, é nas proximidades daquele que se dá o maior transporte de material em suspensão. Experiências efectuadas por Giandotti no Rio Pó provaram que a turvação específica era dada pela fórmula

$$G = a + k \frac{dv}{dz}$$

que indica a variação linear do poder de suspensão com o gradiente da velocidade e contém um outro termo *a* representativo de outros factores que nele influem (vórtices, etc.).

Em todo o caso, como na vizinhança do leito do rio, a velocidade absoluta é menor, o facto de a turvação específica ser maior não indica um maior caudal sólido nessas regiões.

Como se deduz das últimas considerações a turvação específica não depende da velocidade absoluta mas sim da relativa. Em relação ao caudal o transporte ou caudal sólido aumenta notàvelmente nas cheias, mas o seu máximo

---

[1] Turvação específica é o número de gramas de substância sólida em suspensão contida num metro cúbico de caudal.

[1] Ver — A. I. R. T. H. — «Association Internationale de Recherches pour Travaux Hidrauliques» — «Rapport sur la première réunion» — N. G. Straub — «Observation and investigation of silts in streams».

não coïncide com o máximo destas, sendo em geral anterior. Isto explica-se pelo facto do máximo de inclinação superficial ser anterior ao máximo do caudal de cheia, e também porque no início da cheia se verifica uma maior lavagem do terreno.

Uma ideia muito vulgar e admitida por quási tôda a gente, é que num dado curso de água e para um determinado caudal, a velocidade diminue quando aumenta o caudal sólido transportado. Esta ideia não é exacta e as experiências até agora feitas tem dado resultados contraditórios; como esclarecimento vou reproduzir um raciocínio de Supino [1]:

«Se consideramos uma corrente de água límpida em movimento uniforme e supomos que de improviso esta se carregue de material em repouso, então é claro que, para a conservação da energia total, a velocidade assumida pela água turva deve ser inferior à que tinha a corrente primitiva. É êste o raciocínio usual. Mas se considerarmos uma corrente de água já turva, em movimento uniforme, observa-se que a fôrça activa para um trôço de corrente d_s vale $\bar{\omega}\Omega i d_s$ [2], e que essa fôrça é equilibrada pela resistência das paredes, que se pode exprimir pela expressão $\Omega d_s K U^2$, sendo K um coeficiente oportuno e U a velocidade média. Ora K não pode ter o mesmo valor na água límpida e na água turva, porque a fôrça resistente depende da viscosidade e cresce com esta. Conclue-se que no caso da água turva em movimento uniforme, cresce a componente activa (porque $\bar{\omega}$ aumenta) e cresce também a fôrça resistente (porque K cresce); não se pode dizer *a priori* qual das duas aumenta mais, tratando-se em qualquer caso, de pequenas variações. Em primeira aproximação podem-se supor compensados os dois efeitos, e, portanto, pode-se admitir que a água límpida ao carregar-se de material em suspensão diminua a sua velocidade tendendo a adquiri-la de novo apenas cesse o aumento de material».

Em relação ao raciocínio anterior pode-se apontar o facto de observações relativas a canais de esgôto terem dado diminuïção de velocidade ao crescer a turvação, e experiências de Parker efectuadas sôbre canais de irrigação terem dado resultados opostos, isto é, aumento de velocidade.

Uma observação a fazer, muito importante em certos casos, é a seguinte: Quando e um trôço de canal ou rio, de secção irregular, e portanto com distribuïção pouco uniforme de velocidades, se segue um outro trôço canalizado ou de características mais regulares e, portanto, com mais uniforme distribuïção de velocidades, dá-se uma diminuïção do poder de suspensão, que, como vimos, depende das velocidades relativas entre os filetes, sendo muito provável um depósito de material com os respectivos inconvenientes.

Vejamos agora qual o processo a seguir para calcular o caudal sólido transportado em suspensão; depois faremos referência aos aparelhos empregados.

Escolhem-se várias verticais na secção na qual queremos fazer a medição, e, utilizando a aparelhagem respectiva, mede-se a velocidade e a turvação específica em diversos pontos de cada uma delas. Chamaremos v e t os valores respectivos achados.

Consideremos uma faixa vertical de largura dy. O caudal sólido que passa por essa faixa será:

$$\int_0^l \int_0^h v\, t\, dy\, dz$$

Para a largura unitária: $dy = 1$, o caudal será

$$\int_0^h v\, t\, dz \qquad (1)$$

Se traçarmos para cada vertical, que supomos afastadas de 1 metro, a curva das velocidades e a curva das turvações, achando depois outra curva que tenha como abscissas os produtos $v \times t$, a área compreendida (a tracejado na figura 1) dá-nos o valor do integral.

Marquemos agora em cada vertical da secção (fig. 2) o valor obtido para o integral (1) $AP = \int_0^h v\, t\, dz$. A curva assim definida subtende uma área cujo valor é

(1) Le reti idrauliche — G. Supino — 1938 — Zanichelli — Bologna.

(2) $\bar{\omega}$ = pêso específico Ω = secção líquida d_s = comprimento do trôço.

$$\int_0^l AP\,dy = \int_0^l\int_0^h v\,t\,dz\,dy = Q_s$$

o que nos dá o caudal sólido através da secção escolhida.

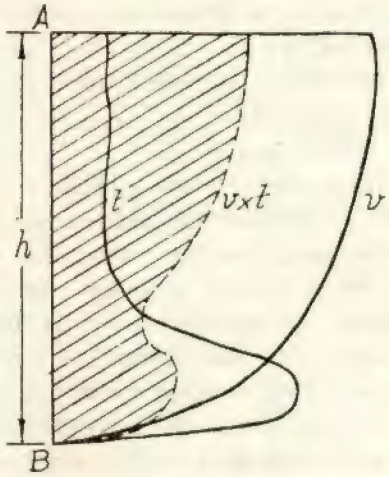


Fig. 1

Êste método exige operações longas e cuidadosas, e para facilitar a medição Staub (1) propõe limitar as observações em cada vertical a dois pontos situados a $^2/_{10}$ e $^8/_{10}$ de profundidade a partir da superfície, aplicando a fórmula

$$S = \left(\frac{5}{8} S_{2d} + \frac{3}{8} S_{8d}\right) q$$

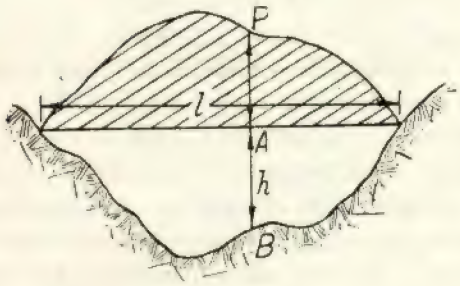


Fig. 2

em que S_{2d} e S_{8d} são as turvações específicas nos pontos citados e q é o caudal líquido por metro de largura da secção. Mesmo empregando a fórmula, é sempre conveniente verificar o seu grau de exactidão efectuando observações completas nalguma vertical.

A medição da turvação específica pode ser feita por meio de amostras tiradas da corrente utilizando garrafas metálicas, munidas de lastro e com uma válvula, manobrável da superfície; podem também adoptar-se sondas turvométricas, que são recipientes cilíndricos, colocados horizontalmente e com as bases constituídas por duas válvulas cuja manobra é feita da superfície; o seu volume normal é um litro. Depois filtra-se a água recolhida em cada amostra e pesa-se o resíduo sólido sêco, determinando assim o coeficiente de turvação ou turvação específica.

Outros processos de medição são citados por:

R. Vezzani: «Un nuovo metodo per la misura della torbidita nelle acque correnti» — «Annali dei Lavori Publici» — Agôsto-1933.

Jakuschoff: «Verfahren zur Bestimmung der Trübung von Flüssigkeiten» — V. D. I. — volume LXXV (1931) — pág. 476.

Resta-nos dar uma ideia da degradação do valor da bacia fluvial que corresponde ao material transportado em suspensão. Dados a êste respeito encontram-se na «Idrologia Generale» — de Giandotti — «Biblioteca della Bonifica Integrale». Em todo o caso, podemos dizer que a degradação oscila, em média, entre 800 a 1.300 Ton./kmq/ano nos cursos de montanha e entre 50 a 150 Ton./kmq/ano nos cursos de planície. Estes números, evidentemente, dependem essencialmente das características do curso de água e da sua bacia e só foram citados a título de indicação.

Estudemos agora o transporte de material arrastado no leito do rio.

Ao efectuar êste estudo, procuraremos seguir uma ordem lógica, evitando a perplexidade que produziria no espírito do leitor a enumeração e enunciação duma série de fórmulas, diversamente deduzidas, entre as quais não saberia fazer uma escolha conveniente; daremos, em todo o caso, indicação das fontes originais para o caso de o leitor ter interêsse em consultá-las.

Estudaremos, em primeiro lugar, a maneira de classificar o material que constitue o leito

(1) «Hydraulics and sedimentary characteristic of River» — «Transactions of the Amer. Geophisical Union» — Washington 1932.

do rio, classificação necessária para poder estudar convenientemente o transporte; examinaremos depois os diversos pontos de vista segundo os quais pode ser estudado o problema, indicando as fórmulas ou conclusões a aplicar; trataremos, finalmente, da medição e avaliação do caudal sólido.

O material que constitue o fundo dum curso de água classifica-se segundo as suas dimensões, utilizando para êsse fim uma série de peneiros com malha ou rêde de diferentes tamanhos. Para representar o resultado obtido, adopta-se a *linha indice de granulação* ou granulométrica (fig. 3), que se obtém representando os resultados obtidos num plano que tem por abscissas a dimensão da malha do peneiro e por ordenadas a percentagem em pêso do material que passa através do peneiro. Assim, se através do peneiro de dimensão $d = 4$ *mm.* passam 45 % em pêso do material examinado obtemos no plano o ponto P.

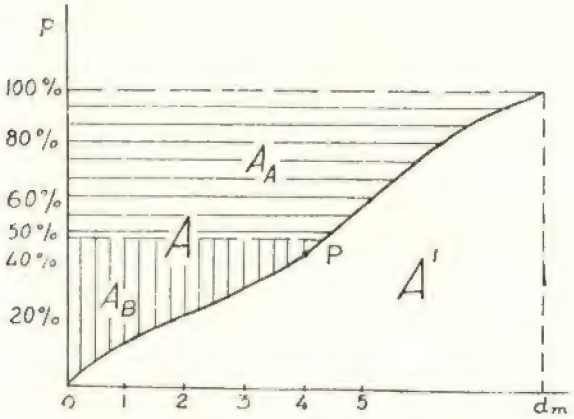


Fig. 3

Adoptando êste diagrama podem definir-se dois índices: o primeiro, devido a Schoklitsch [1], recebe o nome de *índice de granulação* e o seu valor é dado pelo cociente ou relação das áreas situadas à esquerda e à direita da curva índice: $K = \frac{A}{A'}$. Evidentemente o índice toma valores diferentes quando seja diverso o diâmetro escolhido para a malha do peneiro maior, mas a uniformização ou homogeneização, que é necessária para poder efectuar comparações, é bastante simples [1]. O segundo índice, devido a Kramer, e que recebe o nome de *módulo de uniformidade,* é o valor do cociente $\frac{A_B}{A_A}$ das áreas situadas à esquerda da linha índice e colocadas, respectivamente, inferior e superiormente a uma horizontal passando pela ordenada 50 %.

Chamaremos diâmetro médio do material ao valor $d_m = \frac{A}{100}$, quere dizer, à abcissa média da linha índice de granulação.

Tendo já definido os índices que devemos considerar para classificar o material que constitue o alveo fluvial, vejamos como pode ser considerado ou estudado o seu transporte. Dois pontos de vista diferentes têm sido seguidos para efectuar êste estudo.

O primeiro estuda o movimento considerando cada elemento isolado, arrastado ou rodando sôbre o fundo [1], e aplicando as respectivas fórmulas de equilíbrio; adoptando êste método, determina-se uma velocidade limite para o comêço do movimento, mas é evidente que não serve para representar o movimento global do material.

Das diversas fórmulas estabelecidas só recordaremos a fórmula de Ney

$$U_t = 6{,}263\sqrt{\bar{d}\,(0{,}6 \cos \alpha - \operatorname{sen} \alpha)} \qquad \bar{d} = \frac{V}{A}$$

na qual U_t = Velocidade limite α = Ângulo de inclinação do leito: $i = \operatorname{sen} \alpha$. Na dedução desta fórmula adoptou-se como coeficiente de atrito $f = 0{,}6$ e como pêso específico do material arrastado 2.000 Kgs/mc; V é o volume do elemento considerado e A a maior secção normal à direcção do choque ou da corrente.

Maior importância têm os valores limites da velocidade determinados experimentalmente, e para o seu conhecimento indicamos como conveniente a consulta da «*Idrologia Generale*» — Giandotti — pág. 232 e seguintes.

Em relação à velocidade limite devemos apontar os seguintes factos [2]:

---

[1] Geschiebebewegung in Flüssen und an Stauwerken – Vienna, 1926.

[1] Flamant-Hydraulique — Paris, 1904 e Ney-Die Gesetze der Wasserbewegung im Gebirge — 1911.

[2] Schaffernak — Neue grundlagen für berechnung des geschiebeführung in flussläufen — Viena 1922.

A velocidade necessária para vencer o estado de repouso é maior que aquela que mantém em movimento o material já deslocado. Esta última velocidade, por sua vez, é superior àquela que garante a segura imobilidade do material.

O segundo ponto de vista seguido no estudo do transporte do material arrastado abandona a consideração do elemento isolado e relaciona o transporte com a solicitação tangencial da água sôbre o fundo, solicitação a que daremos o nome de *fôrça de arrastamento.*

Consideremos um prisma vertical, com base unitária, situado no seio da corrente líquida; o pêso do líquido contido no prisma é $\bar{\omega} H$, sendo H a altura e $\bar{\omega}$ o peso específico do líquido; a componente desta fôrça no sentido do movimento e $\bar{\omega} H i$; como o movimento é uniforme esta fôrça não produz aceleração, mas é, ùnicamente, destinada a vencer a resistência do leito do rio; actua, portanto, tangencialmente sôbre o fundo e é ela que provoca o arrastamento do material.

Devemos ainda ter em conta que a profundidade do leito do rio varia de ponto para ponto na mesma secção e então, sendo *b* a largura desta, a fôrça de erosão total será:

$$1000\, i \int_0^b t\, dx = 1.000\, i\, A$$

A é a área da secção; consideramos $\omega = 1.000$ Kg/mc.

Sendo C o comprimento do perímetro molhado, a fôrça média por unidade de comprimento dêste último será

$$\omega\, i \frac{A}{c} = \omega\, i\, R \qquad R = \frac{A}{c} = \text{raio médio}$$

Se as margens fôrem menos rugosas que o fundo, a fôrça de arrastamento neste é maior que aquela que resultaria se existisse uma rugosidade uniforme na secção. Em particular, Schoklitsch, seguindo um simples raciocínio (1) e referindo-se a secções trapezóidais, determina:

$$\tau_{fun.} = \frac{1}{\alpha}\, \omega\, i\, H \quad \text{sendo}$$

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1 + \frac{H}{L} m}{1 + \frac{2 H C_1^2}{L C_2^2} \sqrt{1 + m^2}}$$

em que: L é a largura do fundo, *m* a inclinação das margens, C_1 e C_2 os coeficientes de resistência do fundo e das margens.

Para efectuar o estudo do transporte a partir dêste segundo método não devemos fixar uma velocidade limite, mas sim uma fôrça limite de arrastamento para a qual começa a deslocação do material. Existem muitas experiências e muitas fórmulas que tentam relacionar esta fôrça limite com as características do material mas, infelizmente, não apresentam a necessária concordância nos resultados; em todo caso, podemos apontar as seguintes:

Para diâmetro médio inferior ao milímetro

$$\tau_0 = 13{,}3\, \bar{d}_m \frac{\omega_1 - \omega}{A_B/A_A} + 12{,}16 \qquad (1)$$

fornecida por Indri

ou

$$\tau_0 = \frac{100}{6}\, d_m \frac{\omega_1 - \omega}{A_B/A_A}$$

indicada por Kramer;

Para diâmetro médio compreendido entre 1 e 25 milímetros

$$\tau_0 = \sqrt{0{,}00385\, (\omega_1 - \omega)\, \omega_1\, g\, V} \qquad (2)$$

indicada por Schoklitsch;

Para diâmetro médio superior aos 25 milímetros

$$\tau_0 = 54{,}35\, d_m \frac{\omega_1 - \omega}{A_B/A_A} - 78{,}48$$

fornecida por Indri.

Em tôdas estas fórmulas τ_0, fôrça limite de arrastamento, vem expressa em gramas/centímetro quadrado; ω_1 e ω = pêso específico do

(1) Über Schleppkraft und Geschiebebewegung — Leipzig e Berlim — 1914

(1) Indri — «Energia Elettrica» — Dezembro 1934 e Abril 1936.

(2) A fórmula não é homogénea.

material e do líquido em gramas/centímetro cúbico; V = volume do elemento móvel em centímetros cúbicos; θ é um coeficiente de forma que vale 1 para a esfera, 1,26 para grãos arredondados e 4,30 para lamelas. Pode admitir-se, nas condições naturais dos cursos de água que θ varie entre 1,3 e 1,5.

Existindo transporte sólido no leito do rio, é evidente que através duma dada secção passará um caudal sólido determinado. Para a sua avaliação, que interessa em muitos casos, podemos recorrer a observações directas ou a fórmulas mais ou menos empíricas.

Para efectuar a medição directa do caudal sólido que passa através duma determinada secção, adoptam-se diversos aparelhos, dos quais parece ser mais aconselhável o devido a Muhlofer. Êste aparelho consiste, essencialmente, numa caixa de rêde metálica provida dum leme de direcção; o aparelho mergulha-se na corrente até à proximidade do fundo. A quantidade de material recolhida na caixa não corresponde à totalidade do material que lá deveria entrar, e isto devido às perturbações que o próprio aparelho produz. Meyer-Peter, de acôrdo com experiências efectuadas no seu laboratório, julga que o material recolhido corresponde, aproximadamente a 45 % do material transportado e dá a esta percentagem o nome de «coeficiente de eficiência». Sôbre o assunto pode consultar-se o «Rapport sur la première réunion» da «Association Internationale de Recherches pour Travaux Hydrauliques» — Berlim 1937; conferência de J. Smetana sôbre «Une installation pour la mesure du transport de matières sur le fond d'une rivière», e discussão.

Para efectuar a medição directa, utilizam-se, muitas vezes, pequenos açudes, medindo, com um certo intervalo de tempo, o material acumulado a montante dêstes. Também se aproveitam as albufeiras, nas quais se faz periòdicamente o levantamento do fundo.

Podemos utilizar também fórmulas para obter o caudal sólido que passa através duma secção. Du Bois exprimiu o caudal sólido da seguinte forma:

$$P = \Psi (\tau_m - \tau_o)$$

em que:

P = caudal sólido em $Kg/_{seg}$.

τ_m = fôrça de arrastamento efectiva em $Kg/_{mq}$.

τ_o = fôrça de arrastamento limite.

Ψ é um coeficiente oportuno que Schoklitsch fixa em $0{,}54 \frac{\omega_1}{\omega_1 - \omega}$.

O próprio Schoklitsch propoz posteriormente outra fórmula [1], cuja aplicação, porém, se torna um bocado difícil porque exige o conhecimento cuidadoso de q_o, caudal para o qual se inicia o arrastamento, o que nem sempre é fácil.

Meyer-Peter, Favre e A. Einstein, de acôrdo com experiências efectuadas no laboratório da Hidráulica de Zurich, propõem para o caudal sólido a expresão

$$\frac{q^{2/3} i}{\bar{d}} = 17 + 0{,}4 \frac{P^{2/3}}{\bar{d}}$$

em que q é o caudal líquido em metros cúbicos por segundo e por metro linear de largura do leito, P o caudal sólido em $Kg/_{seg}$ e metro linear de largura, $\bar{d}$ o diâmetro médio do material transportado em metros, e i a inclinação do leito do rio. Parece que esta fórmula fornece uma aproximação bastante boa.

Existem numerosos problemas de hidráulica fluvial nos quais é duma grande importância o conhecimento das leis que regem o fenómeno do transporte sólido num curso de água. Já citámos, p. ex., ao tratar da suspensão, a importância de desigual repartição de velocidade em duas secções consecutivas duma corrente fluvial na possibilidade de deposição do material.

Não vamos fazer um estudo pormenorizado de todos os problemas que se relacionam com o transporte de material. Limitar-nos-emos a citar alguns dêles sem desenvolver o assunto.

No estudo da correcção duma torrente é primordial, para o estabelecimento da sua secção normal e da sua inclinação de equilíbrio, o conhecimento exacto do material transportado e constituindo o álveo; só depois disso, se pode abordar, com algumas probabilidades de êxito, o problema da correcção e defeza. Tudo

---

[1] «Der Geschiebetrieb und die Geschiebefracht» — Wasserkraft und Wasserwirtschaft» — 1934—pág. 37.

o que se faça sem êsse estudo prévio não passa de tentativa empírica de resolver o assunto. No estudo do perfil utiliza-se geralmente o conhecimento da velocidade limite de transporte.

No estudo dum canal, destinado a saneamento, irrigação ou qualquer outro fim, que deve ser construído sem revestimento, é indispensável, como garantia de bom funcionamento, o conhecimento prévio da sua capacidade de transporte e da fôrça limite de arrastamento do material de que o seu fundo e margens são constituídos. Em geral, aplica-se neste caso a noção de fôrça de arrastamento.

No estudo da hidráulica fluvial, tem, também, grande importância a fôrça de arrastamento $\tau = \omega H i$. O conhecido fenómeno da passagem do material sólido dos fundões para os baixios no período de cheia e dos baixios para os fundões na águas baixas tem a sua lógica explicação; nas águas baixas a inclinação é maior nos baixios, que fazem o papel de açudes, do que nos fundões, e nestas condições τ aumenta nos primeiros, transportando o material, que deposita nos segundos; no período de cheia, a inclinação superficial, tendendo a uniformizar-se, aumenta nos fundões e diminue nos baixios e então o material é transportado dos primeiros, muito mais profundos, para os segundos. Evidentemente, haverá um limite para a supraelevação do baixio, limite correspondente a um aumento de H suficiente para compensar a diminuïção da inclinação.

Suponhamos que se quere fazer uma obra de correcção ou regularização num rio, com transporte de material sólido, implicando a obra uma nova secção do leito fluvial. Deverá, neste caso, averiguar-se cuidadosamente se a nova secção possui uma fôrça de arrastamento equivalente à existente no álveo primitivo; no caso contrário, expomo-nos a encontrar, uma vez a obra concluída, uma secção diferente da prevista no projecto, devido, quer a depósito do material transportado, quer a erosão do novo álveo.

Se por um motivo qualquer, como a construção duma barragem a montante, é privado o rio do caudal sólido que transportava, fica, evidentemente com um superavit de fôrça de transporte, que provocará uma erosão ao longo do rio a juzante da barragem, diminuindo a inclinação geral dêste.

Podíamos ainda considerar muitos casos em que intervem a fôrça de transporte. Vamos, porém, limitar-nos a estudar o perfil de equilíbrio dum curso de água.

A expressão da fôrça de arrastamento é $\tau = \omega\ H i$ ou $\tau = H i$ se considerarmos $\omega = 1$; por outra parte, e para alveos de grande largura,

$$v_m = c\sqrt{H i} = c\sqrt{\tau}$$

Sendo constante a densidade do material podemos adoptar para y a expressão

$$y = \frac{100}{6}\, d\, \frac{\omega_1 - \omega}{A_B/A_A}$$

e, considerando material uniforme será τ proporcional a d e portanto:

$$v_m = c_1\sqrt{d}$$

Façamos $d = 2\ a$; o pêso do material transportado será

$$P = K\ a^3 \quad \text{e então} \quad v_m = c_2\ P^{1/6} \qquad (A)$$

Supondo, como se faz geralmente, que o desgaste do material em pêso é proporcional ao pêso e ao percurso teremos:

$$d\,P = -c'\,P\,d\,x$$

e integrando

$$\log P = -\,c\,x + c.^{te}$$

ou

$$P = P_o\,e^{-cx} \quad \text{pois que para} \quad x = o \quad P = P_o$$

Substituindo em (A) temos:

$$v_m = c_2\,P_o^{1/6}\,e^{-cx/6} = c\sqrt{H i} = c\sqrt{q/v_m\,dz/dx}$$

e então

$$\frac{d\,z}{d\,x} = \frac{v_m^3}{c^2\,q} = \frac{c_2^3\,P_o^{1/2}\,e^{-\frac{cx}{2}}}{c^2\,q}$$

e integrando entre o e x, adoptando uma nova constante

$$z = c_3\left(e^{-\frac{cx}{2}} - 1\right)$$

c_3 pode ser determinado directamente, tomando em consideração um trôço do rio que tenha atingido o estado de equilíbrio.

Finalmente, um ponto importante a considerar quando se fala do transporte sólido é o da possível inutilização de albufeiras criadas no curso do rio por causa do depósito nelas do material transportado por êste; interessa então determinar a duração ou vida provável da albufeira. O tempo necessário para o enchimento completo será

$$T_{anos} = \frac{V}{\Sigma Q} \frac{1}{s + z}$$

em que V é o volume de albufeira; ΣQ, o caudal total anual proveniente do rio ou rios que alimentam a albufeira; s, a relação entre o material transportado em suspensão anualmente e o caudal líquido total; z, a mesma relação para o material transportado no leito do rio.

O material em suspensão deposita-se em geral ao pé da barragem, enquanto que o material arrastado forma delta na entrada da albufeira.

A erosão total da bacia é muito variável e assim vemos, por estudos efectuados em várias albufeiras italianas [1], que oscila entre 200 a 1.500 ou mesmo 2.000 m^3 por ano e por kmq. de bacia fluvial.

Zürich, Janeiro 1940

---

[1] Visentini — Notizie sul interrimento e sul transporto dei materiali solidi nei corsi d'acqua — L'Elettrotecnica — 1934.

Forti — I laghi serbatoi artificiali e l'insidia solida — «Analli Consiglio Superiore delle acque» — 1920

CUPRINOL REG PRODUCTS

Produto para conservar { MADEIRA / LONAS

contra o caruncho, escaravelho, formiga branca e apodrecimento.

Extraído do Caderno de Encargos de uma grande obra de casas económicas.

«As madeiras serão tôdas tratadas a **CUPRINOL** ou **SIMILAR**». As palavras «ou Similar» são da praxe e obrigatórias.

CUPRINOL NÃO TEM «**SIMILARES**»

É O ÚNICO PRESERVATIVO DE MADEIRAS COMPOSTO DE SAIS ORGANO-METÁLICOS

QUAL A RAZÃO POR QUE NÃO SE PODEM USAR SAIS METÁLICOS EM VEZ DE SAIS ORGANO-METÁLICOS?

Para a adequada protecção da madeira há duas condições primordiais a exigir de qualquer preservativo;

(1) A boa penetração.
(2) Absoluta fixação.

Os Sais que tornam as madeiras impróprias como alimento para os fungos, escaravelhos, formiga branca, etc., têm de ser dissolvidos para poderem ser aplicados. Qual o dissolvente a escolher? Tem de ser o mais barato possível, visto não servir senão como veículo de sal. O dissolvente mais barato é a ÁGUA.

Porque não usar apenas os sais dissolvidos em água? Sulfato de cobre ou sulfato de ferro não são muito caros e a água ainda menos cara é!

A resposta é muito simples. Se o sal é solúvel em água é também susceptível de ser arrastado pela água e humidade. Mas ainda mais importante! Mal a dissolução em água toca na madeira os poros incham, de maneira que a penetração do sal é nula ou quási nula, ficando apenas à superfície.

Não há muito tempo um engenheiro experimentou misturando o sulfato de ferro com água, mas apenas conseguiu uma mistura e não uma dissolução, e quando o aplicou verificou que a madeira servia como uma espécie de filtro, deixando passar a água, mas o sulfato de ferro ficou à superfície.

PARA LEVAR O SAL PARA DENTRO DA MADEIRA É PRECISO UM DISSOLVENTE QUE NÃO FAÇA INCHAR OS POROS DA MADEIRA

O Químico inventor do **CUPRINOL** percebeu bem o problema e lançou-se na pesquisa de sais solúveis em dissolventes voláteis mas insolúveis em água. As suas pesquisas levaram-no aos SAIS ORGANO-METÁLICOS, insolúveis em água e solúveis em distilados de petróleo. O distilado leva o sal para dentro da madeira e depois evapora. A madeira não fica sendo mais inflamável do que era.

CUPRINOL { PENETRA PROFUNDAMENTE
INTRODUZIDO, JAMAIS SAI

Os engenheiros devem compreender que experiências práticas levam muito tempo, e as obras não podem demorar enquanto se façam experiências, que para serem eficazes precisam de anos.

CUPRINOL É UM PRODUTO DE REPUTAÇÃO MUNDIAL. As experiências já estão feitas, tanto no estrangeiro como em Portugal, não só nos laboratórios oficiais portugueses como em muitas obras importantes, tanto particulares como do Estado.

Os senhores engenheiros não devem, pois, deixar o empreiteiro pensar em experiências de «similares» porque não os há!

CUPRINOL NÃO AUMENTOU DE PREÇO, a-pesar dos maiores encargos derivados da guerra.

Soc. ROBBIALAC, Lda. participa também a boa notícia de que tem assegurado por algum tempo os «stocks» adequados para fazer face aos pedidos previstos pelos cadernos de encargos publicados até à data.

Fabricado e patenteado por CUPRINOL, Ld., Bristol - Inglaterra
Distribuído por JENSON & NICHOLSON, Ld., Londres
Distribuidores exclusivos para Portugal e Colónias

Sociedade Robbialac, Limitada
Rua Nova do Carvalho, 15, 1.º — LISBOA — Telef. (P. B. X.) 2 7000
Depositário no PORTO
DROGARIA TIAGO DA COSTA
RUA S. JOÃO, 33 — PORTO

P R E Ç O S

(O galão inglês tem 4,5 litros)

5 galões	300$00
1 galão	70$00
1/2 galão	37$50
1/4 galão	20$00
1/8 galão ou pinta	11$00
1/16 galão ou 1/2 pinta	6$00

COMO SE PROJECTA UMA CALDEIRA

POR ANTONIO GOUVÊA PORTELA

(Do Curso de Engenharia Mecânica)

Só há bem pouco tempo o estudo duma caldeira a vapor se tornou acessível a qualquer engenheiro de máquinas, porque até então o projecto duma caldeira fazia-se por comparação com caldeiras existentes e usando valores empíricos que pràticamente só eram do conhecimento das fábricas construtoras e que estas guardavam ciosamente.

Foram os trabalhos sistemáticos sôbre carvões, feitos pelo Bureau de Minas dos E. U. A. e por Audibert em França, as investigações sôbre caldeiras de Muenzinger e colaboradores na Alemanha, que estabeleceram em gráficos e fórmulas as bases de que nos vamos servir agora na resolução do presente problema.

Êste estudo não tem por fim apresentar o assunto debaixo de um novo aspecto, porque isso seria inútil, pois êle está devida e completamente estudado e resolvido nas lições de Geradores, do Professor Eng.º João A. Sequeira, mas outro-sim constituir um modêlo de exercício que servirá aos alunos vindouros de guia na resolução dos seus problemas.

Como única bibliografia usaremos as fôlhas e apontamentos da cadeira de Geradores, «Fuel and Their Combustions» de Haslam & Russel e «Dampfkraft» de Muenzinger.

Vamos tratar esta questão na sua generalidade; ficou destinado ao nosso colega J. Faria da F. Santos a aplicação dêstes princípios gerais a um exemplo prático e que será publicado a seguir.

O problema é posto nos seguintes termos: «Estabelecer uma caldeira de um determinado tipo para uma produção horária dada e sendo conhecidas a pressão e a temperatura do vapor e a composição centesimal e imediata do carvão».

Determinação do volume da câmara de combustão, superfície da grelha e excesso de ar

Vamos calcular estas três quantidades de forma a obtermos a *exploração mais económica* para a caldeira em questão. Vamos para isso calcular o rendimento da caldeira.

Cálculo do rendimento da caldeira

Para fazermos o cálculo do rendimento basta avaliar a *percentagem de tôdas as perdas* que temos na caldeira e achar o complemento para 100.

Para avaliar o montante dessas perdas é necessário fazer as seguintes determinações preliminares:

1.º — Poderes Caloríficos superiores e inferiores do Carvão.

2.º — Cálculo do ar teórico que seria necessário para queimar completamente 1 kg de Carvão e determinação dos produtos resultantes dessa combustão. O mesmo para os produtos da combustão com 100 % de Excesso de ar.

Uma vez estes cálculos feitos poderemos avaliar a *percentagem das perdas totais* as quais se distribuem pelas seguintes alíneas e são calculadas na *base de 100 kgs* de Carvão queimado:

a) *Perdas em calor sensível:*

Estas perdas resultam dos gases de combustão saírem da caldeira a uma temperatura superior à ambiente; esta temperatura de saída terá de ser fixada de antemão atendendo ao tipo da caldeira e usaremos valores com as seguintes ordens de grandeza:

Caldeiras de elevado rendimento	150°	C.
» de bom rendimento...	180°	»
» sem aquecedor de ar	200°	»
» com chaminé, mais de	300°	»

Temos dois caminhos para determinar estas perdas:

— ou determinamos o calor específico molecular médio (dado em tabelas), multiplicamo-lo pelo número de moléculas de gases de saída e pela diferença de temperaturas entre a de saída dos gases e a da base (geralmente a ambiente);

— ou determinamos a quantidade de calor contida numa molécula à temperatura de saída (é dado em tabelas e vem na base duma temperatura ambiente de 16°,5) e multiplicamos essa quantidade pelo número de moléculas.

Teremos que fazer estes cálculos para Excesso de ar nulo (ar teórico) e para 100 % de Excesso de ar; o número de moléculas foi determinado anteriormente.

Se admitirmos que as perdas em calor sensível são uma função linear dos excessos de ar, basta ligar por uma recta os dois pontos correspondentes a 0 % e 100 % de Excesso de ar no gráfico das perdas em calor sensível.

b) *Perdas em não queimados:*

Estas perdas resultam da combustão não ser completa dentro da caldeira e o Bureau de Minas dos E. U. A. determinou essas *perdas* em função da relação: *Volume de Câmara de Combustão/Superfície de Grêlha (V/A)* e do *excesso de ar,* para 4 tipos de carvão.

Hoje há gráficos idênticos para carvões inglêses.

Definimos o carvão dado em relação aos carvões tipos, comparando-os, por exemplo, na base «Oxigénio/Corbono Total» ou «Matérias Voláteis. (Carbono Volátil/Hidrogénio livre», etc., etc.

Se o carvão estiver entre dois carvões tipos, então fazemos uma interpolação e determinamos as *perdas em não queimados* em função dos diferentes *V/A* e para cada *um dos excessos de ar* desde 0,5 % a 10 %.

Se o carvão está fora dos tipos de carvão, então teremos de extrapolar com maior ou menor legitimidade, usando os valores dos dois carvões tipos mais próximos.

Teremos, na aplicação dos gráficos de definir o número de quilos de carvão queimados por metro quadrado de grelha e por hora; êste número é função do tipo de grelhas.

Grelhas girantes...	normal	150 a 180	kgs/m2.h
	máximo	250 a 300	»
» Overfeed..	normal	130 a 180	»
	máximo	200 a 260	»
» Underfeed	normal	160 a 210	»
	máximo	300 a 400	»
» manuais.....		60 a 180	»

Os valores obtidos para estas perdas terão de ser multiplicados por um coeficiente de correcção que oscila entre 1,5 e 2,2, porque a câmara de combustão, onde foram determinados os valores dêstes gráficos, dá uma combustão mais perfeita do carvão do que a que se realiza nas caldeiras construídas para fins industriais.

c) *Perdas por irradiação:*

São definidas empìricamente e dependem do bom isolamento da caldeira:

Para caldeiras bem isoladas	3 % a	6 %
» » normais.....	8 % a	13 %
» » mal isoladas	mais de	15 %

d) *Perdas nas cinzas*

São de dois tipos: as perdas em calor sensível e as em calor não desenvolvido (coque que vai nas cinzas geralmente 1 %).

Inclui-se o enxôfre nas cinzas, admite-se para calor específico médio *0,2* e temperatura das cinzas 1.000 a 1.500 C., conforme a quantidade de carvão que fôr queimado por m² por hora.

e) *Perdas em água*

Devem-se calcular quando se não atendeu à vaporização da água ao determinarmos o poder calorífico do carvão.

f) *Perdas não mencionadas*

Incluímos nelas não só a percentagem de energia destinada ao funcionamento da aparelhagem anexa, como também as perdas que escapam ao cálculo: usa-se arbitrar *3 a 5* %.

Vamos somar agora as perdas *a*) e *b*) e temos assim as *perdas totais* nos *gases de saída.*

Faremos esta soma gràficamente e obteremos assim um gráfico que terá tantas *curvas* quantos os excessos de ar; o *mínimo* de cada uma dessas curvas indicará o *excesso de ar óptimo* e a linha que liga êsses mínimos dá-nos as *perdas totais nos gases de saída* em função dos diferentes V/A, admitindo que se trabalha sempre com o excesso de ar óptimo.

Agora poderemos determinar o *rendimento*, fazendo um quadro que terá uma coluna para os diferentes V/A, outra para o *excesso de ar óptimo* correspondentes, outra para as *perdas totais nos gases de saída*, outra para a soma das perdas *c*), *d*), *e*) e *f*), outra para *soma* de tôdas as perdas desde *a*) a *f*), e finalmente uma coluna para os *rendimentos* que são as diferenças para 100 da soma das perdas.

Vemos agora a vantagem de termos trabalhado na base de 100 kgs de carvão queimado.

Uma vez calculado o *rendimento* poderemos dar início aos **estudo económico** da **Caldeira.**

Devemos escolher a relação V/A que dê o *mais baixo Custo Diário de Exploração* o qual é a soma dos *Encargos fixos diários* com os *Encargos variáveis diários.*

Encargos fixos diários: só dependem do custo inicial da instalação e portanto teremos de avaliar o preço inicial da caldeira por comparação com outras já construídas.

Para encargos fixos anuais teremos:

20 % para juros de capital empatado.
20 % para depreciação do material (amortizações).
10 % para gastos gerais.

Somando estas três verbas e dividindo a soma pelo número de dias que a caldeira terá de funcionar por ano, obtemos os *Encargos fixos diários.*

Encargos variáveis diários: resumem-se ao custo do combustível, que é o produto do preço do combustível (escudos por quilo) pelo consumo horário de vapor (quilos por hora), pelo número médio de horas que a caldeira trabalha por dia e pelo inverso do rendimento correspondente ao V/A considerado.

Faremos agora um segundo quadro onde teremos uma coluna de V/A, outra de rendimentos, outra para os encargos fixos, outra para os encargos variáveis e finalmente outra para a soma dêstes dois encargos ou seja dos *custos diários de exploração.*

Vamos escolher para V/A aquele a que corresponde o *custo diário de exploração mínimo,* o que constitue o nosso desiderato.

Dividindo o consumo horário de carvão pelo número de quilos de carvão queimados por m² de grelha e por hora tenho o número de m² de grelha ou seja a *Superfície da Grelha.*

Multiplicando a superfície da grelha pela relação V/A adoptada, tenho o *Volume da Câmara de Combustão.*

Temos assim estabelecidos: *O Volume da Cam. de Comb.,* a *Superfície da grelha* e o *excesso de ar* que dão a exploração *mais económica* para a caldeira que estamos estudando.

Determinação da forma e do desenvolvimento das superfícies metálicas da caldeira

Convém nesta altura fazer um esbôço da Câmara de Combustão que deverá ter em planta a forma de um rectângulo quando muito a de um quadrado, sendo a maior dimensão disposta na direcção anteroposterior. O volume da Câmara e a área da grelha devem ter os valores calculados.

Nesse esbôço deveremos dispor também os diferentes elementos da caldeira e que têm geralmente esta ordem: *1.º feixe de tubulares (1.º F. T.), sôbre aquecedor (S. A.). 2.º Feixe de tubulares (2.º F. T.), recuperador (R) e aquecedor de ar (A. A.).*

Notas: — O número de feixos de tubulares pode ser maior de que *dois*, têm-se construído até *4* feixes (Sterling de 5 barrilêtes), ocupando o sôbre-aquecedor, geralmente uma posição entre o 1.º e o 2.º feixe.

— Também acontece em caldeiras pequenas e com temperaturas de sôbreaquecimento baixas, estarem o 1.º e o 2.º feixe confundidos num só, de forma que o sôbreaquecedor está entre o único feixe de tutulares e o recuperador.

— O aquecedor de ar só se utiliza em caldeiras modernas, mas hoje em dia é conveniente prever sempre um.

— O recuperador é actualmente indispensá-

vel: só em instalações com chaminés é suprimido para termos uma temperatura de saída dos gases mais elevada.

Balanço térmico:

Para tornar mais fácil e intuitivo o cálculo das superfícies resfriadas, convém fazer um balanço térmico. Êste balanço térmico deverá ser feito em duas colunas: Uma onde registamos as entradas de calor e outra onde registamos as saídas do mesmo, e usamos para temperatura de base a temperatura ambiente.

Entradas de calor: Carvão — produto do número de quilos de carvão queimados/hora pelo poder calorífico do carvão.

Ar quente — pêso de ar aquecido/hora vezes o calor específico e pela diferença de temperaturas.

Saídas de calor: Vapor — produto da produção horária pelo número de calorias a gastar na vaporização de 1 kg.

Ar quente — a mesma quantidade já calculada.

Perdas nos gases de saída — multiplica-se a percentagem destas perdas pela totalidade do calor desenvolvido na câmara de combustão.

Perdas por irradiação — calculadas idênticamente.

Perdas não mencionadas restantes — idem, idem.

Uma vez estabelecido o *Balanço térmico de base* vamos detalhá-lo mais, fazendo a distribuïção do calor, que é destinado a produzir o vapor, pelos diferentes elementos da caldeira, e do calor de irradiação entre a câmara de combustão e os ditos elementos.

Distribuïção do calor destinado a produzir o vapor

No recuperador devemos gastar o calor necessário para aquecer a água até uma temperatura de 100 a 50 graus abaixo da temperatura de ebulição da água à pressão de regimen, assim para 15 kg/cm² poderemos aquecer a água a 150° C.

No 2.º Feixe devemos gastar *1/2* a *1/3* do calor gasto no 1.º Feixe.

No Sobreaquecedor devemos gastar o calor necessário para transformar o vapor úmido em vapor sobreaquecido à temperatura de sobreaquecimento que nos foi imposta e à pressão de regimen.

No 1.º Feixe e nas paredes frias da Câmara de Combustão deverá ser absorvida a quantidade de calor que resta.

Distribuïção do calor perdido por irradiação

No 1.º Feixe na Câmara de combustão e nos barriletes devemos contar com 60 a 85% das perdas totais por irradiação: é conveniente isolar devidamente os barriletes porque estes têm grandes perdas por irradiação.

Nos restantes elementos a distribuïção terá de ser feita duma maneira ainda mais arbitrária, mas os inconvenientes que daí resultam não são grandes porque são percentagens sempre pequenas e consideradas em globo compensam-se.

Podemos agora fazer o *Balanço Térmico Definitivo.*

Êste balanço térmico será organizado da seguinte forma:

Constituïremos 5 colunas.

Na 1.ª coluna, escrevemos as designações dos diferentes elementos da caldeira, juntando numa única designação o 1.º Feixe e a Câmara de Combustão, teremos além destas mais duas linhas uma para as perdas nos gases de saída e outra para perdas não mencionadas.

Na 2.ª coluna, registamos as quantidades de calor cedidas à água ou ao vapor nos respectivos elementos.

Na 3.ª coluna, a quantidade de calor cedida ao ar no Aquecedor de ar.

Na 4.ª coluna, as quantidades de calor irradiadas nos diferentes elementos.

Na 5.ª coluna, a soma das quantidades escrituradas na respectiva linha.

Para verificarmos êste balanço térmico, faremos a soma das quantidades contidas em cada uma das colunas e obteremos:

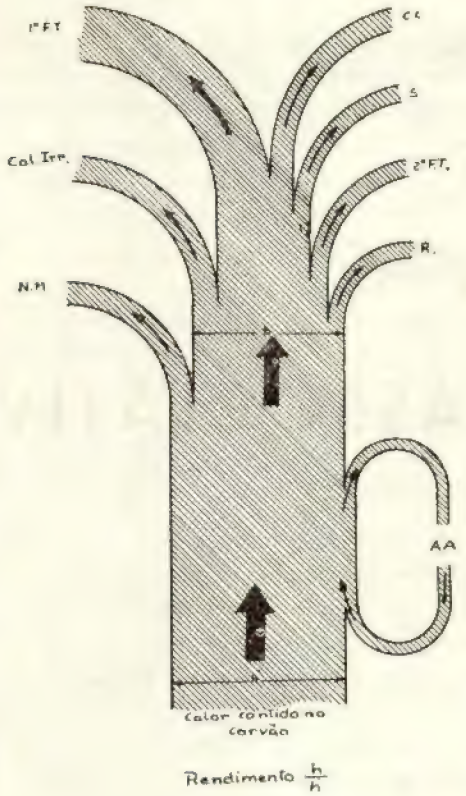
Para a 2.ª coluna, a quantidade total de calor levado pelo vapor.

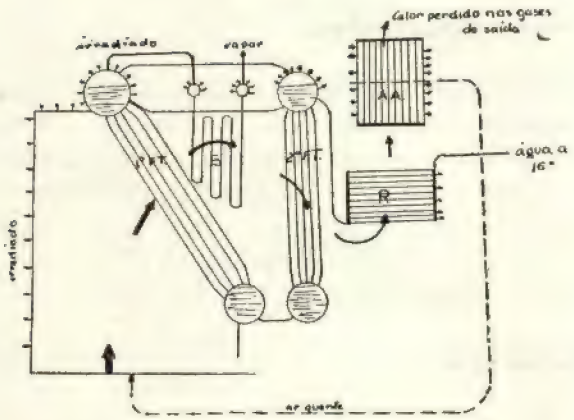
Para a 3.ª coluna, a quantidade de calor levada no ar quente.

Para a 4.ª coluna, a quantidade total de calor irradiado.

Para a 5.ª coluna, a soma do calor total contido no carvão com o calor levado no ar quente de combustão.

Os diagramas aqui juntos materializam duma forma sujestiva o balanço térmico e nêles se vê claramente como o calor contido no carvão é gasto numa caldeira.





Cálculo das superfícies metálicas da caldeira

Êste cálculo faz-se utilizando a 5.ª coluna do Balanço térmico e começa-se do fim da caldeira para o princípio. Partindo-se portanto da *temperatura de saída dos gases,* já fixada, começa-se por calcular o aquecedor de ar, depois o recuperador, etc., até chegarmos à saída do 1.º feixe de tubulares.

Não indicaremos como estes cálculos se fazem porque é mais simples compulsar a *aplicação prática* que será publicada a seguir.

Para fazermos o *cálculo do 1.º Feixe de Tubulares* assim como do *calor absorvido na Câmara de Combustão* indicaremos o seguinte método e a sua verificação.

Cálculo a *temperatura da Câmara de Combustão (C. C.)* pelo *método do BFL* ou de *Wohlemberg* — êste método é muito pouco rigoroso sobretudo para grelhas, mas é o único que possuímos.

Conhecida a temperatura da C. C. ou seja a temperatura de entrada no 1.º feixe de Tubulares, como já foi calculada a temperatura de saída do 1.º Feixe poderemos calcular a superfície dêste.

Se subtraírmos êste calor absorvido no 1.º feixe à quantidade de calor escrita na 2.ª coluna e na linha designada por «1.º Feixe e C. C.», teremos a *quantidade de calor* que será transmitida à água *por irradiação directa na C. C.*

Verificação: Consiste em dividir esta última quantidade de calor pela superfície projectada dos tubos frios existentes na C. C., e se êste cociente der um número à volta de 150.000 Kcal/m².h então é de presumir que a temperatura da C. C. esteja bem calculada.

Inclui-se na designação de *superfície projectada,* não só a superfície projectada do 1.º Feixe, como também quaisquer tubos frios existentes na C. C.

Nos *tubos-muros* tipo *Bailey,* o calor absorvido por estes deverá ser calculado àparte, pois tem um método de cálculo próprio que vai indicado no «Dampf Kraft».

Observação: Pomos os estudiosos de sobreaviso no que respeita ao cálculo da temperatura da C. C., porque se as condições da caldeira a estudar são muito diferentes das dos gráficos, podemos chegar a temperaturas disparatadas.

Então deveremos começar o cálculo pela verificação e depois calcular por diferença o 1.º Feixe.

Está assim feito o resumo do cálculo duma caldeira e agora com os dados que temos, podemos passar do esbôço que fizemos para

o desenho da caldeira, onde se deverá atender sobretudo à construção e à boa circulação da água.

Fazemos notar também que se o cálculo da caldeira até à saída do 1.º Feixe de Tubulares se pode fazer com um êrro da ordem dos 2 a 3% (experiências feitas em caldeiras existentes, têm confirmado isto), o cálculo da temperatura da Câmara de Combustão ou seja o cálculo do 1.º Feixe, tem um valor muito problemático e se âmanhã tivéssemos de construir a caldeira, teríamos de admitir e prever a possibilidade de aumentar ou deminuir o desenvolvimento do 1.º Feixe ou as superfícies metálicas dentro da Câmara de Combustão.

Foi por estas razões que se fêz o cálculo da caldeira começando pelo fim, pois desta forma as tentativas de acêrto da caldeira são reduzidas ao 1.º Feixe e à Câmara de Combustão.

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

Secção Cultural

A Secção Cultural por meio duma pequena palestra expoz, no mês passado, aos alunos do Instituto, os factos principais que originaram a sua formação dentro da nossa Associação.

Podemos resumir o que se disse, em 3 questões, a saber:

1.ª — A insuficiência de uma preparação *puramente técnica,* para homens que vão desempenhar muito provàvelmente lugares de direcção de actividades de grupos de homens.

2.ª — A necessidade de uma melhor preparação.

3.ª — A necessidade de esclarecer os que inconscientemente continuam a pensar que o diploma é apenas uma arma; da necessidade da exposição clara das graves responsabilidades que pesam sobre todos os que, guindados pelo diploma a altura inconveniente, não têm a superioridade suficiente para se manter nessa altura, como agentes de uma maior harmonia, como construtores da felicidade dos que confiam ou são obrigados a confiar nêles, e em última análise, incapazes êles mesmos de serem felizes, porque são a própria negação da missão única e verdadeira que têm os homens colocados como êles no plano dos condutores de grupos humanos.

A Secção Cultural pretende pois, dentro das possibilidades, preencher esta lacuna promovendo, por meio de realizações várias, ao desenvolvimento não só da cultura geral mas também técnica, de modo a tornar mais apta e completa a nossa formação de futuros engenheiros.

Grupo Desportivo

Tem-se mantido uma actividade regular em tôdas as nossas secções. Como prémio dessa actividade as nossas equipas obtiveram alguns resultados que nos honram; como sejam os conseguidos no Campeonato da Universidade Técnica — 1.ª classficação em Volley-Ball, e 2.as em Ping-Pong e Hockey em Patins.

Balancete

O balancete de Janeiro apresenta um saldo de 1.191$70; o seu movimento, de 4.543$15, acusa diminuïção em relação aos meses anteriores.

A DIRECÇÃO

II CONCURSO FOTOGRÁFICO DO I. S. T.

(Organizado pela Secção Fotográfica dos Alunos do I. S. T.)

Tentando criar tradições, a Secção Fotográfica organiza no próximo mês de Maio um Concurso — o 2.º da série — entre os alunos do I. S. T. e todos os engenheiros portugueses.

O fim em vista, como sempre, é duplo: criar no nosso meio escolar, interêsse pela fotografia e procurar estabelecer relações entre os futuros engenheiros e aqueles que já o são.

No ano passado, ao solicitarmos da Ordem dos Engenheiros apoio para esta iniciativa, aqueles fins foram tão claramente compreendidos, que o ilustre presidente do seu Conselho Directivo terminava a sua resposta assim: — *Esta Ordem contribuïrá, por isso, com a taça que remete patrocinando a iniciativa de utilidade técnica e de estreitamento dos liames entre a Ordem e os alunos do I. S. T.*

Esta taça como se sabe, não foi atribuída (Técnica, Julho de 1939) e por isso constitui o 1.º prémio para engenheiros concorrentes à categoria de fotografias técnicas. Os restantes prémios, a constituïção do júri e a data de entrega dos trabalhos serão oportunamente anunciados.

Segue-se o regulamento que sofreu as alterações que a experiência aconselhou.

REGULAMENTO

I — Admitem-se como concorrentes os alunos do I. S. T. e todos os engenheiros portugueses.

II — Não serão admitidos trabalhos já apresentados nos anteriores concursos do I. S. T.

III — As fotografias serão divididas em duas categorias:

a) — Técnicas
b) — Artísticas

admitindo-se tôdas as modalidades da técnica fotográfica até ao limite máximo de 6 provas por categoria.
Por fotografias técnicas entende-se aquelas que reproduzam uma forma ou processo de realização de qualquer trabalho de engenharia.

IV — O formato mínimo admitido é 13×18 e o máximo 30×40.

V — As fotografias devem ser entregues montadas em cartolina ou cartão brancos não se admitindo trabalhos com moldura e vidro.

VI — Tôdas as fotografias devem trazer nas costas o nome ou pseudónimo do autor e o título do trabalho.

VII — Os negativos dos trabalhos serão emprestados à Secção Fotográfica se ela desejar reproduzi-los para o seu arquivo ou para publicação na *Técnica*.

VIII — Do conjunto dos trabalhos apresentados por cada concorrente, o júri escolherá as duas melhores provas de cada categoria e depois classificará estas por ordem do seu valor.

IX — As fotografias admitidas ou não, devem ser levantadas no prazo de 15 dias depois de encerrada a Exposição, findo o qual cessa a responsabilidade pela sua devolução.

X — Tôdas as despesas de transporte e embalagem são por conta do concorrente.

XI — Todo o cuidado será tomado com as fotografias, não se assumindo contudo nenhuma responsabilidade por qualquer dano que sofram.

XII — Os casos omissos neste regulamento serão resolvidos pelo júri.

DO MUNDO TÉCNICO

M.elle Curie

A estadia de M.elle Eve Curie em Lisboa, onde veiu embarcar com destino a Nova Iorque, foi motivo duma série de manifestações comovedoras que confirmaram o prolongado eco e a muito profunda simpatia que o nome e a obra de Pedro e Maria Curie continuam a evocar.

No decorrer da sua visita ao Instituto do Cancro, foi concedida uma bôlsa de estudo francesa a um dos colaboradores dessa instituïção científica, cuja instalação é digna de nota, para lhe permitir fazer em França uma estadia de estudo, e os dirigentes daquêle Instituto anunciaram à ilustre visitante que seria levantado em breve ali um monumento comemorativo, e que o nome de Pedro e de Maria Curie, que actualmente tem uma pequena rua do bairro moderno em que se encontra o Instituto, seria dado ulteriormente a uma artéria mais importante.

Entre as manifestações de simpatia a que foi sensível a ilustre francesa foi particularmente calorosa a da juventude universitária. M.elle Eve Curie foi convidada a deter-se em Lisboa no seu regresso dos Estados Unidos e a fazer várias conferências, especialmente sôbre a obra de Pedro e de Maria Curie.

Eva Curie, embaixatriz da ciência francesa, levou a cabo um estudo profundo, inteligente e preciso sôbre a sua ilustre mãi, e fêz assim o seu primeiro livro. A obra anunciava-se difícil, tanto pela inexperiência da escritora como devido aos próprios laços que a ligavam à maravilhosa e genial desaparecida. Como escolher entre tão numerosos «grandes lances», tão freqüentes numa vida «cuja história seria para ser contada numa lenda». Como revelar com verdade e segurança um ser ao mesmo tempo tão próximo e tão *outro*, conhecido quando a idade e a glória já tinham pesado sôbre a «eterna estudante», sôbre a mulher cuja vida foi um «dom contínuo». Longe de nós a ideia de se tratar duma experiência temerária: o amor e o imenso respeito de Eva Curie autorizavam-na a fazer essa tentativa, garantiam-lhe antecipadamente o sucesso.

A primeira parte do livro é consagrada à infância, tão cêdo privada do amor materno, mas não da ternura indefectível dum pai e de irmãs admiráveis, e à adolescência, essa «longa paciência» antes da «evasão» para Paris, centro, fonte e cadinho das inteligências. Pela sua consciência, pela sua atitude duma tão dedicada humildade, pela inteligente utilização dos documentos de família de que se serviu, Eva Curie faz-nos compreender mais do que no-lo diz, a sensibilidade esquiva, a inteligência admiràvelmente equilibrada e forte que esteve privada durante alguns anos, por dedicação familiar, do alimento que era a sua própria razão de ser.

A segunda parte faz-nos acompanhar silenciosamente a estudante genial... e tão pobre, cujo único adôrno eram os preciosos cabelos côr de ouro — e um olhar estranho, infinito, tão pobre — femasiado pobre — e de tal maneira ávida das coisas do espírito que se esquece de que a mulher também precisa de comer para viver.

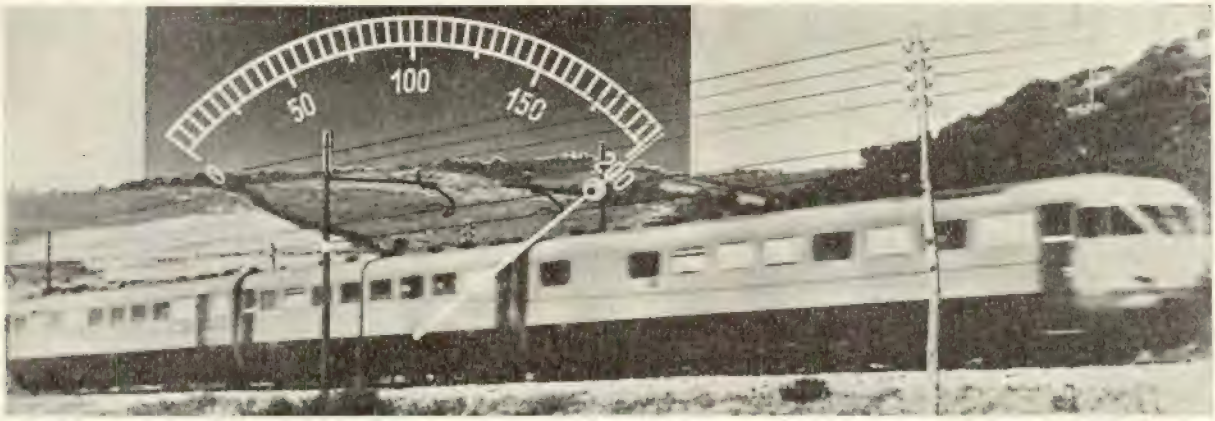
Assistimos ao encontro de Maria Sklodowka com Pierre Curie. Dois sêres únicos, e cuja felicidade será duma qualidade «única». Elevar-se-ão um graças ao outro. Viveram um para o outro no seu Ideal, e um pouco mais tarde igualmente, nas suas filhas. Porque Maria Curie não foi apenas a mulher de ciência ilustre, mas mulher e mãi na mais nobre e generosa acepção destas palavras. Os raros, maravilhosos e demasiado breves anos de Amor e de Trabalho... A glória, que, segundo a expressão de Einstein, «não a pode corromper», vai pesar duplamente sôbre a heroica mulher de ciência, privada do seu companheiro de génio. Sôbre a dôr de sua mãi, escreveu Eva Curie páginas duma clareza e realidade que são excepcionais. Sózinha, «Maria» vai mostrar ao mundo que «grande homem» é.

A terceira parte mostra-nos o rude e solitário combate desta mulher de génio, mulher desesperada e mãi inquieta. Os sucessos, as provações, as piores provações — aquelas que nos fazem ter vergonha pela humanidade — encontravam-na sempre de pé, fazendo frente a tudo. A guerra e o papel imensamente inteligente e dedicado desta «estrangeira» que ama a sua segunda pátria tão apaixonadamente como a sua infeliz Polónia. Por fim, a paz, e os breves períodos de repouso entre amigos queridos tão simples como ela própria. Depois as exigências sempre maiores da Glória, a qual a fará tremer até à morte. Morte que é duma grandeza indizivel. Mas essas páginas são das que não se podem resumir: Eva Curie deixa-nos adivinhar perfeitamente o imenso amor, a imensa dedicação, o imenso esfôrço de sua mãi e em tudo o que constituiu a sua vida, a Ciência, o seu laboratório, os seus alunos, e que toda a sua vida tendeu «pacientemente para um único fim», e isso nunca esperando ser recompensada, nem sequer «ter a menor certeza de que estivesse ali a verdade», segundo as suas próprias palavras. Comparou-se ela própria ao bicho da sêda fazendo o seu casulo, sem preguntar para que fim êsse casulo «que deve começar mesmo se lhe é impossível acabá-lo, trabalhando sempre com o mesmo cuidado», e que «se não chega a concluir a tarefa, morre sem metamorfose, sem recompensa». O trabalho genial e desinteressado de Maria Curie deixou à Humanidade esta realidade de nome severo e radioso: RADIOACTIVIDADE.

(Do Instituto Francês em Portugal)

O Recorde mundial de velocidade alcançado pelo combóio eléctrico dos Caminhos de Ferro do Estado Italiano

Os Caminhos de Ferro do Estado Italiano, puzeram em serviço nas duas principais artérias da sua rêde, isto é, na linha Milão-Roma-Nápoles e na linha Roma-Livorno, combóios eléctricos de alta velocidade que efectuam viagens diàriamente, e que tiveram grande aceitação no público.



O comboio eléctrico Bredor alcança 203 km à hora

Um exemplar dêstes combóios eléctricos encontra-se na Exposição Internacional de New-York, onde os visitantes podem examinar todos os seus detalhes.

Esses combóios eléctricos fazem actualmente um serviço regular, no percurso Nápoles-Milão, que é de 523 milhas, à velocidade comercial horária de 65 milhas inclusivé as três paragens nas estações intermediárias de Roma, Florença e Bolonha.

Deve-se notar que êsse percurso apresenta trechos de perfil altimétrico desfavorável, com longos trajectos em declive, atingindo em alguns pontos 12' por mil e com curvas freqüentes com um raio reduzido de 440 a 550 jardas.

O percurso de 136 milhas que separa Bolonha de Milão compreende numerosas e importantes estações, através das quais, naturalmente, a velocidade dos combóios deve ser muito reduzida. Não obstante, a velocidade comercial atingiu até hoje nessa secção da linha, cêrca de 73 milhas horárias. Mas, o combóio marcha quási sempre a uma velocidade muito superior a esta média, recuperando o tempo perdido com os atrazos provocados pelos trabalhos em curso, ao longo do caminho de ferro.

Isto permitirá aumentar, nos próximos horários a rapidez desta linha, elevando a velocidade comercial média entre Bolonha e Milão a 78 milhas horárias, e a de entre Roma e Nápoles a 75 milhas; a velocidade comercial em todo o percurso Nápoles-Milão, atingirá uma média de 65 a 69 por hora.

Os Caminhos de Ferro do Estado Italiano, já realizaram estudos e provas para medir a máxima velocidade que pode ser atingida com os combóios eléctricos e as instalações actuais, tem por fim orientar-se para os eventuais aperfeiçoamentos que poderão ser realizados tanto no material como na via.

Notável entre essas provas foi a viagem demonstrativa realizada em 20 de Julho de 1939, no trecho Florença-Milão, na qual interveiu S. E. Benni, Ministro das Comunicações.

Esta experiência demonstrou a possibilidade de cobrir em 115 minutos a distância de 196 milhas que separa nesta linha, Florença de Milão, à velocidade média de 102 milhas horárias, da partida ao ponto de chegada. Nunca até então, tinha sido atingida semelhante velocidade.

O comboio eléctrico italiano Bredor, que alcançou a velocidade comercial de 203 km. à hora

A passagem montanhosa de 60 milhas compreendida entre Florença e Bolonha, foi percorrida a uma velocidade média de 95 milhas. As 136 milhas no trecho que separa Bolonha de Milão, com numerosas e importantes estações intermediárias foi percorrida à velocidade média de 107 milhas. Nesta linha, o trajecto de 124 milhas entre as estações de Lavino e Rogoredo foi coberto à velocidade média de 109 milhas, atingindo por vezes a velocidade máxima de 126 milhas horárias

O combóio eléctrico que realizou esta prova foi um dos que serviam regularmente na linha entre Nápoles e Milão. Os 100 lugares que oferece o combóio eram ocupados pelos técnicos, pelos jornalistas italianos e estrangeiros e pelas personalidades políticas que puderam còmodamente consumir o jantar que lhes foi oferecido durante a viagem. Durante o jantar, os convidados puderam seguir as fases da corrida do combóio por meio dos alto falantes ligados à cabine do comando, a qual transmitia as velocidades atingidas.

Deve-se além disso, notar que esta viagem foi inserida no tráfego normal dos numerosos combóios que freqüentam esta linha, sem que êstes tenham sofrido nenhuma alteração.

(Da Legação de Itália)

PUBLICAÇÕES RECEBIDAS

Publicações não periódicas

PORTUGAL

Boletim de Minas — Ministério do Comércio e Indústria — Coordenado pelo Eng. A. de Mello Nogueira — Ano de 1937.

A Política Imperial e a Crise Europeia — Edições S. P. N. - 1939.

E. U. A

Haward University

N.º 263 — **A variable oscilator for Ultra — High frequency measurements** by Ronnd King.

N.º 264 — **Matrix theory of oscillatory** by Louis A. Pipes.

N.º 265 — **Soil mechanics — A new chap ter in engineering science** by Karl von Terzaghi.

N.º 266 — **A new inignition fining circuit** by Hans Klemperer.

Publicações periódicas

PORTUGAL

A ARQUITECTURA PORTUGUESA E CERÂMICA E EDIFICAÇÃO — N.º 57, Dez. de 1939 — N.º 58, Jan. de 1940.

A INDÚSTRIA DO NORTE — N.º 239 e 240, Nov.-Dez. de 1939.

BOLETIM DA JUNTA NACIONAL DE CORTIÇA — N.º 15, Jan. de 1940.

BOLETIM GERAL DAS COLÓNIAS — N.ºs 141 a 168, Anos 1937 a 1939.

BOLETIM DA SOCIEDADE DE GEOGRAFIA — Nov.-Dez. de 1939, N.ºs 11-12.

BROTÉRIA — Fev. de 1940 — Fasc. II, vol. XXX.

GAZETA DOS CAMINHOS DE FERRO — N.º 1251, Fev. de 1940; N.º 1252, Fev. 1940.

INDÚSTRIA PORTUGUESA — N.º 143, Jan. de 1940.

OCIDENTE — N.º 22, Fev. de 1940.

RÁDIO-MOÇAMBIQUE — N.º. 54, Dez. 1939.

REVISTA DE ARTILHARIA — N.º 171-172 — Set. e Out. de 1939.

REVISTA DOS CENTENÁRIOS — N.º 13, Jan. de 1940.

SEARA NOVA — N.ºs 650, 651, 652, 653 e 654 de 1940.

ALEMANHA

EL PROGRESSO DE LA INGENIERIA — Vol. XXI, N.º 1 — Jan. de 1940; Vol. XXI, N.º 2 — Fev. de 1940.

ARGENTINA

LA INGENIERIA — Nov. e Dez. de 1939, N.ºs 11 e 12.

CIENCIA Y TÉCNICA-REVISTA DEL CENTRO DE ESTUDIANTES DE INGENIERIA — Jan. de 1940, N.º 451.

BÉLGICA

ARCOS — Jan. de 1940, N.º 95.

L'OSSATURE MÉTALLIQUE — Fev. de 1940, N.º 2.

BRASIL

BOLETIM DO INSTITUTO DE ENGENHARIA — Out. e Nov. de 1939, N.º 149.

REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA — N.º 9-10, Set.-Out. de 1939 — N.º 11-12, Nov.-Dez. de 1939

REVISTA DE ENGENHARIA «MAKENZIE» — Ag. de 1939, N.º 73 — Dez. de 1939, N.º 74.

REVISTA POLITÉCNICA — N.º 132, Set., Out. de 1939.

REVISTA MUNICIPAL DE ENGENHARIA — Set. de 1939, N.º 5.

CHILE

REVISTA DE CAMINOS — Out. e Nov. de 1939, N.ºs 11 e 12.

FRANÇA

LA TÉCHNIQUE SANITAIRE ET MUNICIPALE — Out., Nov. e Dez. de 1939, N.º 91.

INGLATERRA

BRITAIN TO-DAY — Jan. de 1940, N.º 19.

ITALIA

ANNALI DEI LAVORI PUBLICI — Out. de 1939, Fasc. N.º 10 — Nov. de 1939, Fasc. N.º 11 — Dez. de 1939, Fasc. N.º 12.

L'ELECTROTECNICA — Jan. de 1940, N.º 1.

L'INGEGNERE — Jan. de 1940.

REVISTA DEI CATASTO E DEI SERVIZI TECNICI ERARIALI — Nov.-Dez. de 1939, N.º 6.

SUÉCIA

ASEA-REVUE — N.º 1, Jan. de 1940.

SUÍÇA

REVUE DU NICKEL — Nov.-Dez. de 1939, N.º 11-12.

SULZER — N. 4 de 1939.

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA, DOS ALUNOS DO I. S. T.

DIRECTOR: MANUEL DUARTE GASPAR

ADMINISTRADOR: CARLOS KRUS ABECASIS

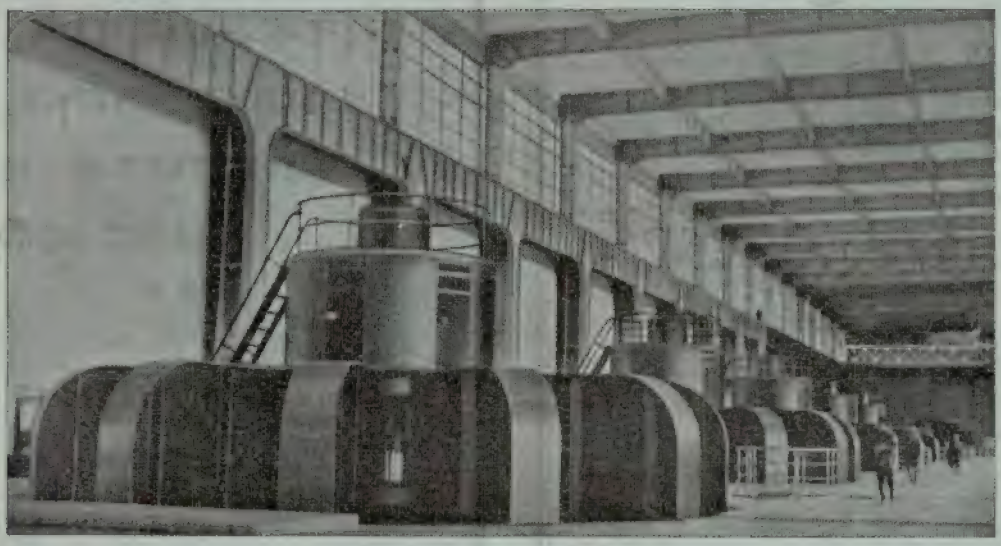
BIBLIOTECÁRIO: NUNO ABRANTES

CORPO REDACTORIAL: SEBASTIÃO MURTEIRA, FRANCISCO MARQUES MAIA, VASCO MENDES DE SOUSA

Propriedade e Edição da A. E. I. S. T.

GENERAL ELECTRIC

Schenectady, N. Y.



Central hidroeléctrica com 5 geradores General Electric de 77.500 kWA, 88 r. p. m. cada um

Motores e dinamos. Alternadores. Transformadores. Aparelhos para alta e baixa tensão. Centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas. Tracção eléctrica. Máquinas para soldadura eléctrica. Automotoras Diesel-Eléctricas. Turbinas de vapor. Máquinas frigoríficas. Aparelhos de iluminação. Instrumentos de medida. Comandos eléctricos especiais para fábricas téxteis, fábricas de papel, etc.

THOMSON
GENERAL ELECTRIC

Portuguesa, L.da

LISBOA
Rua do Norte, 5

Telef. 28135-28136

Granulados de mármores

para exportação e para o país

Mosaicos de granulados de mármore

OS MAIS BONITOS
OS MAIS RESISTENTES
OS MAIS VANTAJOSOS

Soc. Portuguesa CADAN

Rua D. Estefania, 42

Telefone 47812 — Lisboa

FILIAL NO PÔRTO:

GALERIA DE PARIS, 42

TELEFONE **2254**

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

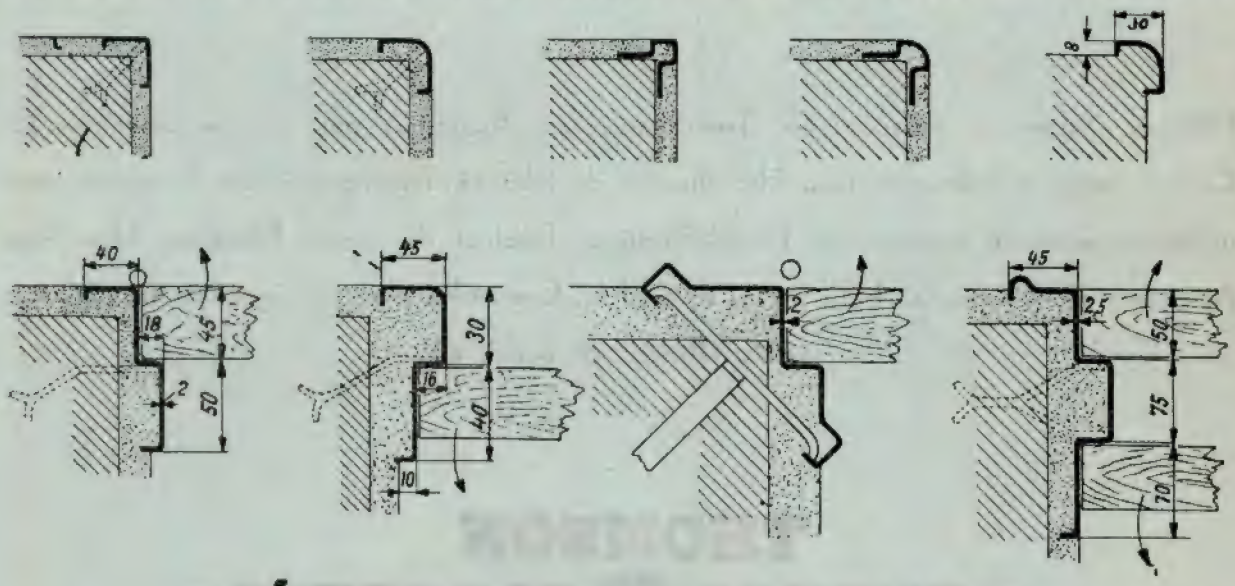
ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 26572

ALGUNS EXEMPLOS DOS PERFIS QUE SE PODEM REALIZAR



LISBOA **FÁBRICA PORTUGAL**

FABRICAÇÃO DE PERFIS DE CHAPA PARA TODOS OS GÉNEROS DE TRABALHOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

UMA REVOLUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

"SACOR"

Sociedade Anónima Concessionária da Refinação de Petróleos em Portugal

S. A. R. L.

CAPITAL 15.000.000 DE ESCUDOS

REFINARIA — LISBOA (CASAL DAS RÔLAS — CABO RUIVO)

TEL.: 38 306 A 38 308

Gasolina de Aviação,

Gasolina de Turismo,

Petróleo para iluminação,

Petróleo para tractores,

Gasóleos e diversas qualidades de «Fueloil»,

Óleos lubrificantes e Asfaltos

LISBOA

Telegramas — SACOR Telefones: 2 8035 a 2 8039

Rua do Alecrim, 57

OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

EMPRÊSA DE SONDAGENS E FUNDAÇÕES, L.DA

COM

Eng. Ricardo E. Teixeira Duarte

(um quarto de século de especialização técnica)

Sondagens geológicas

—

Poços artezianos

—

Rebaixamentos do nível freático

—

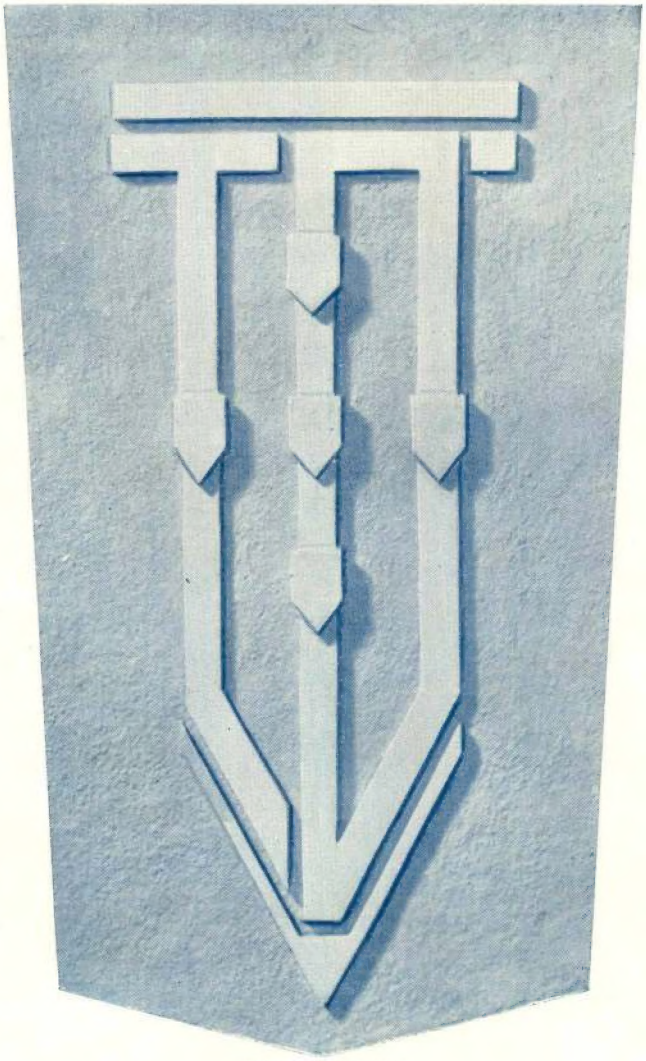
Consolidações do solo

—

Impermeabilização de rochas

—

Captações de água subterrânea



(Marca de garantia)

Fundações de todos os géneros

—

Alicerces económicos

—

Estacas de todos os tipos

—

Consolidação de más fundações

—

Obras hidráulicas

—

Obras subterrâneas

LISBOA — RUA AUGUSTA, 280, 3.º E 4.º

TELEFONE 2 3962

SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

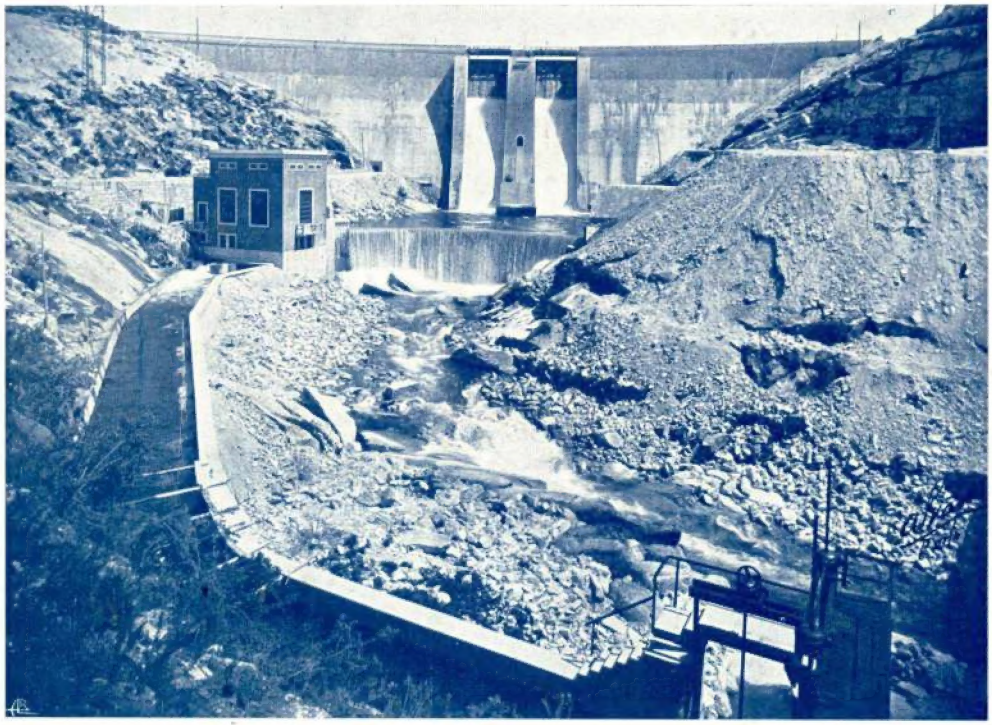
BADEN (SUISSA)

Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: Rua de Passos Manuel, 191, 2.º // PORTO // Tel. 2411

Máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminho de ferro. Locomotivas, e auto-motoras eléctricas e Diessel-eléctricas. Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigoríficas. Grupos e transformadores para a soldadura pelo arco. Fornos eléctricos. Comandos eléctricos especiais para tôdas as máquinas utilizadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, etc.



Barragem do Ermal, da Companhia Electro-Hidráulica de Portugal, com 20 milhões de metros cúbicos de capacidade da albufeira. Na parte central, duas comportas automáticas, da casa construtora «Ateliers des Charmilles», de 9 × 5 metros, para a evacuação das cheias. Em baixo, a central automática de Guilhofrei (I) com uma turbina vertical tipo Kaplan (Ateliers des Charmilles) de 2750 cavalos e o canal de condução da água à central do Ermal (central II) com uma turbina vertical tipo Francis de 6250 cavalos (Ateliers des Charmilles) e duas horizontais (Escher-Wyss) de 500 e 1500 cavalos. Tôda a parte eléctrica (alternadores, transformadores, aparelhos de 2000 e 30000 Volts) da casa BROWN, BOVERI & Cie.